



**ITS**

Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TE145561**

## **PEMBUATAN PERANGKAT KERAS TRANSMISI DAN KENDALI VOLUME AUDIO PANGGUNG**

Naufal Hilmi Utomo  
NRP 2214 030 109

Dosen Pembimbing  
Eko Premunanto, ST., MT.

PROGRAM STUDI KOMPUTER KONTROL  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**TUGAS AKHIR - TE145561**

**PEMBUATAN PERANGKAT KERAS TRANSMISI DAN KENDALI  
VOLUME AUDIO PANGGUNG**

Naufal Hilmi Utomo  
NRP 2214 030 109

Dosen Pembimbing  
Eko Pramunanto, ST., MT.

PROGRAM STUDI KOMPUTER KONTROL  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



***FINAL PROJECT - TE145561***

***HARDWARE DEVELOPMENT OF TRANSMISSION AND CONTROL  
VOLUME STAGE AUDIO***

Naufal Hilmi Utomo  
NRP 2214 030 109

*Advisor*  
Eko Pramunanto, ST., MT.

***STUDY PROGRAM COMPUTER CONTROL  
Automation Electrical Engineering Department  
Vokasi Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017***

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan tugas akhir saya dengan judul **"Pembuatan Perangkat Keras Transmisi dan Kendali Volume Audio Panggung"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017



Naufal Hilmi Utomo  
NRP 2214030109

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**PEMBUATAN PERANGKAT KERAS TRANSMISI DAN  
KENDALI VOLUME AUDIO PANGGUNG**

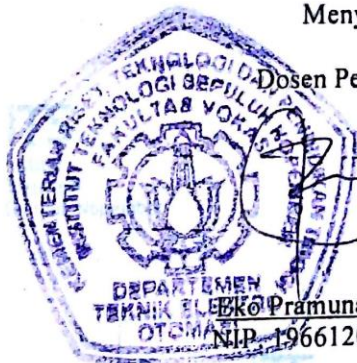
**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada**

**Program Studi Komputer Kontrol  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui:**

**Dosen Pembimbing,**



**Eko Pramunanto, ST., MT.  
NIP. 196612031994121001**

**SURABAYA  
JULI, 2017**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## PEMBUATAN PERANGKAT KERAS TRANSMISI DAN KENDALI VOLUME AUDIO PANGGUNG

**Nama** : Naufal Hilmi Utomo  
**Pembimbing** : Eko Pramunanto, ST., MT.

### ABSTRAK

Audio merupakan suara atau bunyi yang dihasilkan oleh getaran suatu benda, agar dapat tertangkap oleh telinga manusia, getaran tersebut harus kuat minimal 20 kali/detik. Sedangkan panggung merupakan tempat dimana biasanya terdapat audio dan pengaturan audio. Audio panggung yang ada saat ini banyak menggunakan kabel untuk menyambungkan antara *loadspeaker* ke pengaturan audio. Letak pengaturan audio dan panggung biasanya memiliki jarak yang cukup jauh. Sehingga membutuhkan banyak kabel, dan juga biasanya banyak kabel berserakan di atas panggung sehingga bisa mengganggu kegiatan di atas panggung.

Salah satu solusi alternatif yaitu dengan menggunakan perangkat keras transmisi dan kendali volume audio panggung tanpa kabel yang mampu mengurangi kabel dalam sistem audio. Alat ini dilengkapi dengan pemancar radio frekuensi, rangkaian DAC, rangkaian VCA, rangkaian mini amplifier dalam pengoperasiannya. Pengaturan volume dan pengiriman sinyal audio dilakukan secara *wireless*.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapat bahwa pemancar radio frekuensi bisa memancarkan frekuensi dan bisa diterima dengan modul radio dengan jarak kurang lebih 7 meter. Pengaturan volume menggunakan HP Android mampu bekerja dengan jarak 70 meter. Rangkaian DAC dan rangkaian VCA mampu bekerja sesuai dengan pengaturan yang terdapat pada HP Android. Rangkaian mini amplifier mampu mengeluarkan suara sesuai dengan perintah HP Android. Pengaturan volume dikendalikan oleh HP Android yang terkoneksi dengan Bluetooth yang tersambung pada Arduino.

**Kata kunci** : Audio panggung, Pengatur Volume, *Wireless*, Android



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## **MAKING OF TRANSMISION HARDWARE AND AUDIO VOLUME CONTROL THE STAGE**

**Name : Naufal Hilmi Utomo**

**Advisor : Eko Pramunanto, ST., MT.**

### **ABSTRACT**

*Audio is a sound or a sound that is produced by the vibration of an object, so that they can be caught by the human ear, vibration must be strong at least 20 times/seconds. While the stage is a place where there is typically audio and audio settings . Audio current stage many are using the cable to connect between the loadspeaker to the audio settings. Audio setting layout and the stage is usually have the distance far enough. So that requires a lot of cable, and also usually many scattered cable on stage so that can interfere with the activities above the stage.*

*One of the alternative solution is to use the hardware transmission and audio volume control the stage without the cable that is able to reduce the cable in the audio system. This appliance is equipped with a radio transmitter frequency, series DAC, series VCA, a series of mini amplifier in operation. Volume settings and delivery of the audio signal is done by wireless.*

*From the results of the testing that has been done in the can that a radio transmitter frequency can transmit frequency and can be received with the radio module with a distance of approximately 7 meters. Volume settings using HP Android capable of working with a distance of 70 meters. A series of DAC and a series of VCA are able to work in accordance with the settings that are located on the HP Android. A series of mini amplifier is able to produce the sound in accordance with the command of the HP Android. The volume setting is controlled by the HP Android connected with Bluetooth connected on Arduino.*

**Keywords : Audio Stage, Control Volume, Wireless, Android**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## KATA PENGANTAR


Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul :

### **“ PEMBUATAN PERANGKAT KERAS TRANSMISI DAN KENDALI VOLUME AUDIO PANGGUNG “**

Dengan penyusunan tugas akhir ini penyusun tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu. Ucapan terima kasih ini kami sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi rahmat-Nya dalam pembuatan tugas akhir ini.
  2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan penuh dan teladan bagi penulis.
  3. Bapak Eko Pramunanto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing dan, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
  4. Teman-teman angkatan 2014 atas semangat dan kerjasamanya.
- Akhir kata semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2017



Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
 BAB I. PENDAHULUAN .....	 1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Laporan .....	3
1.6. Relevansi.....	4
 BAB II. TEORI PENUNJANG .....	 5
2.1. Audio Panggung .....	5
2.2. Radio Frekuensi <i>Transmitter</i> .....	6
2.3. Modul FM Radio <i>Receiver</i> .....	8
2.4. Power Supply .....	9
2.5. <i>Voltage Regulator</i> (Pengatur Arus).....	9
2.6. DAC ( <i>Digital to Analog Converter</i> ).....	10
2.7. VCR ( <i>Voltage Control Resistor</i> ).....	10
2.8. Mini Amplifier Stereo .....	11
 BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT .....	 13
3.1. Blok Fungsional Sistem.....	13
3.2. Perancangan Elektronik ( <i>Hardware</i> ).....	14
3.2.1. Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo .....	14

3.2.2. Rangkaian Power Supply .....	16
3.2.3. Rangkaian DAC ( <i>Digital to Analog Converter</i> ) 4-bit .....	18
3.2.4. Rangkaian VCR ( <i>Voltage Control Resistor</i> ).....	20
3.2.5. Rangkaian Mini Amplifier Stereo .....	23
3.2.6. Modul Radio FM .....	24
3.3. Perancangan Mekanik .....	25
3.3.1. Perancangan Box Pemancar .....	25
3.3.2. Perancangan Box Power Supply .....	26
3.3.3. Perancangan Box Kontrol .....	27
3.4. Pembuatan Rangkaian Elektronik ( <i>Hardware</i> ) .....	28
3.4.1. Pembuatan Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo..	28
3.4.2. Pembuatan Rangkaian Power Supply .....	29
3.4.3. Pembuatan Rangkaian DAC 4-bit .....	30
3.4.4. Pembuatan Rangkaian VCR.....	31
3.4.5. Pembuatan Rangkaian Mini Amplifier Stereo .....	32
3.5. Pembuatan Mekanik.....	33
3.5.1. Pembuatan Box Pemancar .....	33
3.5.2. Pembuatan Box Power Supply.....	34
3.5.3. Pembuatan Box Kontrol.....	35
 BAB IV. PENGUKURAN DAN ANALISA .....	 37
4.1. Pengukuran Pentransmisian Sinyal Audio .....	37
4.2. Pengukuran Tegangan <i>Output</i> Rangkaian Power Supply	39
4.3. Pengukuran Rangkaian DAC ( <i>Digital to Analog Converter</i> ).....	41
4.4. Pengukuran Rangkaian VCR ( <i>Voltage Control Resistor</i> )	43
4.4.1. Pengukuran Tegangan <i>Output</i> IC Op-Amp 741 .....	43
4.4.2. Pengukuran <i>Output</i> Transistor – J-Fet 2N5457.....	45
4.5. Pengukuran Rangkaian Mini Amplifier Stereo .....	53
4.6. Pengukuran Alat Keseluruhan.....	54
 BAB V. PENUTUP .....	 57
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran .....	57
 DAFTAR PUSTAKA.....	 59
 LAMPIRAN 1 <i>Datasheet</i> .....	 A-1

LAMPIRAN 2 Bentuk Alat.....	B-1
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	C-1



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Contoh Skema Sistem Audio pada Panggung .....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Gelombang Radio Frekuensi untuk Mengirimkan Suara .....	7
<b>Gambar 2.3</b>	Modul FM Radio <i>Receiver</i> .....	8
<b>Gambar 2.4</b>	Power Supply .....	9
<b>Gambar 2.5</b>	IC <i>Regulator</i> .....	10
<b>Gambar 3.1</b>	Blok Fungsional Sistem Alat Secara Keseluruhan.....	13
<b>Gambar 3.2</b>	Skematik Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo .....	15
<b>Gambar 3.3</b>	Skematik Rangkaian Power Supply .....	17
<b>Gambar 3.4</b>	Skematik Rangkaian DAC 4-bit.....	19
<b>Gambar 3.5</b>	Skematik Rangkaian VCR .....	21
<b>Gambar 3.6</b>	Skematik Rangkaian Mini Amplifier Stereo.....	23
<b>Gambar 3.7</b>	Desain Dimensi Box Pemancar.....	25
<b>Gambar 3.8</b>	Desain Dimensi Box Power Supply .....	26
<b>Gambar 3.9</b>	Desain Dimensi Box Kontrol.....	27
<b>Gambar 3.10</b>	Realisasi Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo.....	29
<b>Gambar 3.11</b>	Realisasi Rangkaian Power Supply .....	30
<b>Gambar 3.12</b>	Realisasi Rangkaian DAC 4-bit .....	31
<b>Gambar 3.13</b>	Realisasi Rangkaian VCR.....	32
<b>Gambar 3.14</b>	Realisasi Rangkaian Mini Amplifier Stereo .....	33
<b>Gambar 3.15</b>	Realisasi Box Pemancar .....	34
<b>Gambar 3.16</b>	Realisasi Box Power Supply.....	35
<b>Gambar 3.17</b>	Realisasi Box Kontrol.....	36
<b>Gambar 4.1</b>	Rangkaian Pengukuran Tegangan Power Supply .....	40
<b>Gambar 4.2</b>	Rangkaian Pengukuran Tegangan <i>Output</i> DAC .....	41
<b>Gambar 4.3</b>	Rangkaian Pengukuran Tegangan <i>Output</i> Op-Amp.....	44
<b>Gambar 4.4</b>	Rangkaian Pengukuran Gelombang Audio.....	46
<b>Gambar 4.5</b>	Pengukuran <i>Input</i> Tegangan Transistor.....	46
<b>Gambar 4.6</b>	Bentuk Keseluruhan Perangkat Keras .....	54
<b>Gambar 4.7</b>	Penguujian Keseluruhan Perangkat Keras.....	55

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Macam – macam Radio Frekuensi.....	6
<b>Tabel 3.1</b>	Pin Konfigurasi IC BA1404 .....	16
<b>Tabel 3.2</b>	<i>Wirring</i> Pin Arduino dan Rangkaian DAC .....	19
<b>Tabel 3.3</b>	Spesifikasi Rangkaian DAC 4-bit.....	20
<b>Tabel 3.4</b>	Pin Konfigurasi IC Op-Amp 741.....	22
<b>Tabel 3.5</b>	Pin Konfigurasi IC LM386.....	24
<b>Tabel 4.1</b>	Pengukuran Jarak pada saat Siang Hari .....	37
<b>Tabel 4.2</b>	Pengukuran Jarak pada saat Malam Hari .....	38
<b>Tabel 4.3</b>	Pengukuran Tegangan <i>Output</i> Power Supply.....	40
<b>Tabel 4.4</b>	Kebutuhan Rangkaian Elektrik pada Box Kontrol .....	41
<b>Tabel 4.5</b>	Spesifikasi Tegangan <i>Output</i> Rangkaian DAC 4-bit .....	42
<b>Tabel 4.6</b>	Pengukuran Tegangan <i>Output</i> Rangkaian DAC 4-bit .....	42
<b>Tabel 4.7</b>	Pengukuran Tegangan <i>Output</i> IC Op-Amp 741 .....	44
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil Pengukuran Gelombang .....	47
<b>Tabel 4.9</b>	Pengukuran Kontrol Volume .....	53
<b>Tabel 4.10</b>	Pengujian Keseluruhan Alat .....	55

----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat sekarang banyak bermacam – macam teknologi yang berkembang dan perkembangan teknologi saat ini semakin pesat. Salah satu teknologi yang perkembangannya sangat pesat dan banyak digunakan adalah teknologi komunikasi *wireless*. Hal ini disebabkan karena teknologi komunikasi *wireless* sangat efisien saat digunakan. Salah satu teknologi komunikasi *wireless* yang sering dijumpai untuk komunikasi audio adalah radio frekuensi. Pemancar radio frekuensi adalah salah satu alat komunikasi *wireless* yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal audio dengan cara menumpangkan sinyal audio pada frekuensi yang terdapat dalam frekuensi gelombang radio pemancar.

Dari sisi perkembangan teknologi audio dengan penerapan pemancar radio frekuensi dan *hardware* kendali volume yang tepat, dapat digunakan untuk penataan *sound system* audio pada panggung. *Sound system* sendiri merupakan susunan komponen elektronik yang dirancang untuk meningkatkan kekuatan suara agar suara dapat didengar dengan jelas oleh banyak orang pada sebuah pertunjukan musik, seminar, dll. *Sound system* memainkan peran penting dalam suatu pertunjukan langsung dan menjadi satu bagian yang tak terpisahkan dari tata panggung dan bahkan dari acara pertunjukan itu sendiri. *Sound system* erat kaitannya dengan pengaturan penguatan suara agar bisa terdengar keras tanpa mengabaikan kualitas suara – suara yang dikuatkan. Seiring berkembangnya zaman, masyarakat menuntut penataan *sound system* yang lebih rapi, yaitu pengurangan penggunaan kabel. *Sound system* pada umumnya banyak menggunakan kabel dalam penyusunannya. Hal ini menimbulkan beberapa permasalahan yaitu salah satunya dapat mengganggu aktifitas dalam sebuah acara yang memerlukan *sound system* didalamnya. Selain itu *sound system* untuk skala panggung proses kendali volumenya juga masih dilakukan secara manual, sehingga seorang operator *sound system* diharuskan untuk tetap berada pada pusat kendali volume *sound system*.

Oleh karena itu penelitian ini berupaya untuk membahas pembuatan perangkat keras untuk mentransmisikan dan kendali volume audio pada panggung. Fokus pembuatan *hardware* ditunjukkan pada komunikasi antara *transmitter* (operator) dengan *receiver* (*sound*

*system*). Pada tugas akhir ini media transmisi dan kendali audio panggung menggunakan pemancar radio frekuensi, penerima frekuensi radio (modul radio), rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*), rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*), dan rangkaian mini amplifier stereo.

## **1.2 Permasalahan**

Adapun permasalahan yang akan kami angkat sebagai bahan tugas akhir ini :

Penataan *sound system* untuk panggung saat ini tidak terlepas dari penggunaan kabel karena terpaut jarak yang jauh antara *sound* panggung dengan (*receiver*) dengan operator (*transmitter*). Hal ini menyebabkan banyaknya penggunaan kabel yang dapat mengganggu aktifitas dalam sebuah acara.

Selain itu proses kendali volume *sound system* saat ini juga masih dilakukan secara manual. Hal ini menyebabkan seorang operator harus selalu berada pada pusat kendali *sound system*.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar penulisan buku tugas akhir ini tidak menyimpang dan mengambang dari tujuan yang semula direncanakan sehingga mempermudah mendapatkan data dan informasi yang diperlukan, maka penulis menetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

- a. Yang dikendalikan hanya volume saja.
- b. Modul *transmitter receiver* audio stereo.
- c. Rangkaian DAC yang digunakan adalah 4-bit.
- d. Rangkaian VCR menggunakan transistor J-Fet N-Channel.
- e. Data yang ditampilkan adalah perubahan suara pada *loadspeaker*.

## **1.4 Tujuan**

Pembuatan perangkat keras transmisi dan kendali volume audio panggung bertujuan untuk :

Penelitian ini bertujuan untuk perancangan sistem distribusi audio panggung tanpa kabel berbasis mikrokontroler yang dilengkapi kendali volume menggunakan rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*) dan sinyal audio ditransmisikan menggunakan pemancar radio frekuensi. Diharapkan bisa mengurangi kabel sebagai alat penyambungan.

## **1.5 Metodologi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi yaitu, studi literatur, perancangan sistem, pengambilan data percobaan dan analisis data, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku tugas akhir.

Pada tahap studi literatur ini akan dilakukan pencarian data, bahan, dan literatur. Dimana literatur diperoleh dari tugas akhir dengan judul Perancangan dan Realisasi Sistem *Transceiver Looper* pada Gitar Listrik Secara *Wireless*, Program Studi Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom. Dari beberapa artikel yang didapatkan, memunculkan sebuah ide untuk membuat judul Pembuatan Perangkat Keras Transmisi dan Kendali Volume Audio Panggung.

Pada tahap perancangan sistem terdiri dari dua yaitu, perancangan mekanik, perancangan sistem elektrik. Pada tahap perancangan mekanik terdiri dari perancangan box tempat sistem elektrik. Sedangkan perancangan sistem elektrik terdiri dari pemancar radio frekuensi, rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) 4-bit, rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*), dan rangkaian mini amplifier stereo. Data percobaan yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisis. Dari hasil analisis, akan ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian.

## **1.6 Sistematika Laporan**

Sistematika pembahasan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu pendahuluan, teori penunjang, perencanaan dan pembuatan alat, pengujian dan analisa alat, serta penutup.

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Membahas tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, maksud dan tujuan, sistematika laporan, serta relevansi.

### **BAB II : TEORI PENUNJANG**

Berisi teori penunjang yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat meliputi Audio panggung, pemancar radio frekuensi, modul radio FM, rangkaian DAC 4-bit, rangkaian VCR, rangkaian mini amplifier stereo, dan power supply.



### **BAB III : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras yang meliputi rangkaian-rangkaian, desain bangun.

### **BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT**

Membahas tentang pengukuran, pengujian, dan penganalisaan terhadap kepresisian data alat yang telah dibuat.

### **BAB V : PENUTUP**

Menjelaskan tentang kesimpulan dari tugas akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.

#### **1.7 Relevansi**

Diharapkan alat ini dapat terealisasi, alat ini dapat digunakan untuk mempermudah proses kendali volume audio untuk mendukung proses distribusi audio panggung yang terpaut jarak yang jauh.

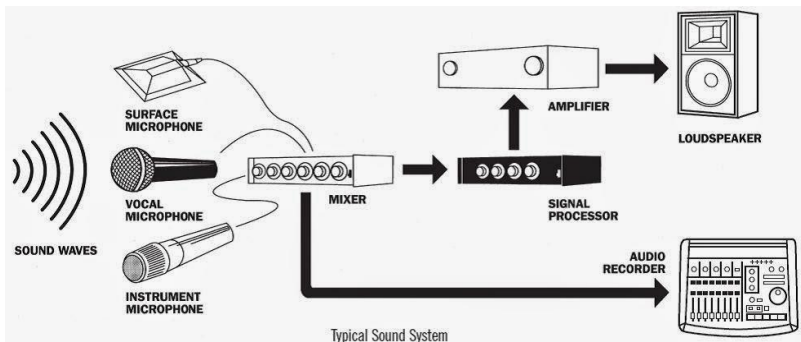
## BAB II

### TEORI PENUNJANG

Bab ini membahas mengenai teori penunjang dari spesifikasi peralatan yang digunakan dalam mentransmisikan audio serta mengontrol volume audio dengan jarak jauh guna pendistribusian menuju *loadspeaker*, antara lain : Radio Frekuensi *Transmitter*, Modul FM Radio *Receiver*, Power Supply, DAC (*Digital to Analog Converter*), VCR (*Voltage Control Resistor*), dan Mini Amplifier Stereo.

#### 2.1 Audio Panggung [1]

Audio adalah suara atau bunyi yang dihasilkan oleh getaran suatu benda, agar dapat tertangkap oleh telinga manusia getaran tersebut harus kuat minimal 20 kali/detik. Audio digunakan untuk melatih segala kegiatan pengembangan keterampilan terutama yang berhubungan dengan aspek – aspek keterampilan pendengaran. Pada audio juga terdapat kontrol yang dinamakan sebagai kontrol audio. Tujuan dari adanya kontrol audio adalah supaya suara atau bunyi yang didengar bisa dikontrol sesuai apa yang diinginkan pendengar. Kontrol audio terdapat beberapa variasi yaitu : Volume, Bass, Treble, Middle. Pada gambar 2.1 merupakan salah satu contoh sistem audio pada panggung.



**Gambar 2.1** Contoh Skema Sistem Audio pada Panggung

Panggung adalah tempat dimana biasanya terdapat audio dan kontrol audio. Biasanya jarak antara *loadspeaker* dan kontrol audio cukup jauh, dan kabel adalah alat yang menjembatani agar *loadspeaker*

dan kontrol audio dapat terhubung sehingga bisa mengeluarkan suara melalui *loadspeaker*. Pada tugas akhir ini membuat alat dengan judul Sistem Distribusi Audio Panggung Tanpa Kabel Berbasis Mikrokontroler yang memiliki ciri khasnya adalah kontrol volume audio menggunakan Android yang dihubungkan dengan Bluetooth. kontrol audio dan audio dihubungkan tanpa kabel (*wireless*) dengan *loadspeaker*. Xbee merupakan alat yang menghubungkan kontrol audio dan radio frekuensi adalah untuk mentransmisikan sinyal audio.

## 2.2 Radio Frekuensi *Transmitter* [2] [3] [4]

Radio frekuensi adalah gelombang elektromagnetik yang digunakan oleh sistem komunikasi untuk mengirim informasi melalui udara dari satu titik ke titik lain. Sinyal RF telah digunakan selama beberapa tahun. Sinyal tersebut memberikan cara untuk mengirimkan musik pada radio FM. tingkat osilasi sinyal radio frekuensi dalam kisaran sekitar 3 KHz sampai 300 GHz, yang sesuai dengan frekuensi gelombang radio, dan arus bolak-balik yang membawa sinyal radio. RF merupakan unit pengukuran frekuensi gelombang, dan sesuai dengan satu siklus per detik.

**Tabel 2.1** Macam – macam Radio Frekuensi

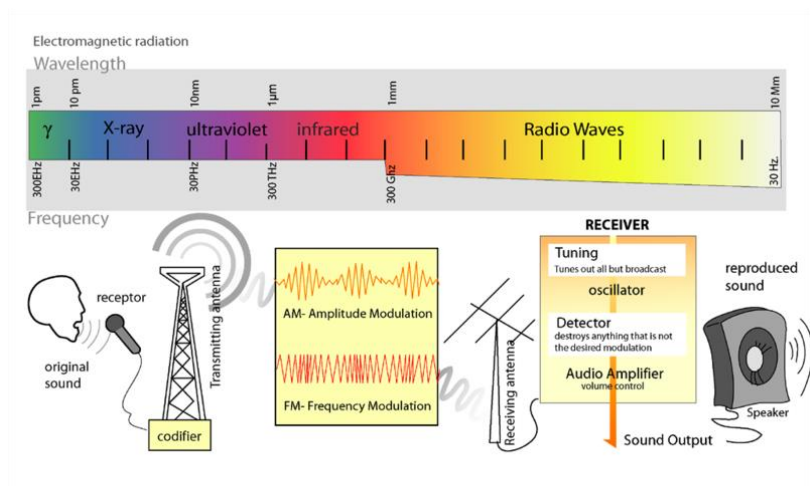
Frekuensi	Panjang gelombang	Nama band
3 – 30 Hz	$10^4 - 10^5$ km	ELF ( <i>Extremely Low Frequency</i> )
30 – 300 Hz	$10^3 - 10^4$ km	SLF ( <i>Super Low Frequency</i> )
300 – 3000 Hz	$100 - 10^3$ km	ULF ( <i>Ultra Low Frequency</i> )
3 – 30 KHz	10 – 100 km	VLF ( <i>Very Low Frequency</i> )
30 – 300 Khz	1 – 10 km	LF ( <i>Low Frequency</i> )
300 KHz – 3 MHz	100 m – 1 km	MF ( <i>Medium Frequency</i> )
3 – 30 MHz	10 – 100 m	HF ( <i>High Frequency</i> )
30 – 300 MHz	1 – 10 m	VHF ( <i>Very High Frequency</i> )
300 MHz – 3 GHz	10 cm – 1 m	UHF ( <i>Ultra High Frequency</i> )
3 – 30 GHz	1 – 10 cm	SHF ( <i>Super High Frequency</i> )
30 – 300 GHz	1 mm – 1 cm	EHF ( <i>Extremely High Frequency</i> )

300 GHz – 3000 GHz	0.1 – 1 mm	THF ( <i>Tremendously High Frequency</i> )
--------------------	------------	--

Pada tabel 2.1 merupakan beberapa macam gelombang frekuensi yang ada. Dalam radio frekuensi terdapat tiga komponen yang saling berhubungan yaitu Frekuensi, Panjang Gelombang, dan Kecepatan Cahaya. Dari beberapa komponen tersebut maka radio frekuensi didapatkan referensi rumus 1.1 :

$$f = \frac{c}{\lambda} \dots\dots\dots (1.1)$$

Penjelasan sederhana adalah bahwa semakin tinggi frekuensi sinyal RF, semakin kecil panjang gelombang dari sinyal itu. Semakin besar panjang gelombang dari sinyal RF, semakin rendah frekuensi sinyal itu. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi frekuensi, semakin sedikit sinyal akan menembus penghalang. Sebagai contoh, sinyal 2,4 GHz akan melewati dinding, jendela, dan pintu dengan kekuatan yang lebih besar daripada sinyal 5 GHz. Gambar 2.2 merupakan gelombang radio frekuensi saat pengiriman sinyal audio.



**Gambar 2.2** Gelombang Radio Frekuensi untuk Mengirimkan Suara

### 2.3 Modul FM Radio *Receiver* [5] [6]

Modul FM radio *receiver* adalah teknologi yang digunakan untuk menerima sinyal dari pemancar dengan cara modulasi dan radiasi elektromagnetik (gelombang elektromagnetik). Gelombang ini melintasi dan merambat lewat udara dan bisa juga merambat lewat ruang angkasa yang hampa udara, karena gelombang ini tidak memerlukan medium pengangkut (seperti molekul udara). Gelombang radio adalah satu bentuk dari radiasi elektromagnetik, dan terbentuk ketika objek bermuatan listrik dari gelombang osilator (gelombang pembawa) dimodulasi dengan gelombang audio (ditumpangkan frekuensinya) pada frekuensi yang terdapat dalam frekuensi gelombang radio (radio frekuensi) pada suatu spektrum elektromagnetik, dan radiasi elektromagnetiknya bergerak dengan cara osilasi elektrik maupun magnetik. Ketika gelombang radio dikirim melalui kabel kemudian dipancarkan oleh antena, osilasi dari medan listrik dan magnetik tersebut dinyatakan dalam bentuk arus bolak-balik dan voltase didalam kabel. Dari pancaran gelombang radio ini kemudian dapat diubah oleh radio penerima (pesawat radio) menjadi sinyal audio. Gelombang audio tidak ditransmisikan langsung melainkan ditumpangkan pada gelombang radio yang akan merambat melalui ruang angkasa menggunakan metode Modulasi Frekuensi (FM). Gambar 2.3 menunjukkan salah satu tampilan dari radio FM.



**Gambar 2.3** Modul FM Radio *Receiver*

Modul radio FM biasanya menggunakan *supply* bervariasi yaitu 9 Volt DC, dan 12 Volt DC. Karakter dari radio FM yaitu lebih tahan *noise* karena frekuensi yang dialokasikan untuk siaran FM berada pada *range* frekuensi 88 MHz – 108 MHz, dimana pada wilayah frekuensi ini secara relatif bebas dari gangguan baik dari atmosfer maupun interferensi yang tidak diharapkan. Jangkauan dari sistem modulasi ini tidak jauh jika dibandingkan pada sistem modulasi AM dimana panjang

gelombangnya lebih panjang. Sehingga *noise* yang diakibatkan oleh penurunan level daya hampir tidak berpengaruh karena dipancarkan secara *Line Of Sight* (LOS). Memiliki *bandwidth* yang lebar, Lebar (band) FM terletak pada bagian VHF (*Very High Frequency*) dari spektrum frekuensi dimana tersedia *bandwidth* yang lebih lebar dari pada band siaran AM dengan panjang gelombang medium (*Medium Wave*). *Bandwidth* yang lebar pada saluran FM juga memungkinkan untuk memuat dua saluran yaitu data atau audio.

## 2.4 Power Supply [7]

Power supply adalah suatu *hardware* komponen elektronika yang mempunyai fungsi sebagai *supplier* arus listrik dengan terlebih dahulu merubah tegangannya dari AC jadi DC. Bagian dari sistem atau perangkat elektronika yang berfungsi untuk memberikan sumber tegangan pada sistem elektronika tersebut. Gambar 2.4 merupakan salah satu contoh dari power supply.



**Gambar 2.4** Power Supply

Power Supply memiliki beberapa jenis, salah satunya adalah power supply simetris, power supply atau catu daya simetris adalah istilah lain dari catu daya mode ganda. Disebut simetris karena power supply tersebut memiliki nilai tegangan yang sama, antara polaritas positif (+V) dan polaritas negatif (−V) terhadap *ground* atau 0V.

## 2.5 Voltage Regulator (Pengatur Tegangan) [8]

Untuk menghasilkan tegangan dan arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan *voltage regulator* yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan *output* tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan *input* yang berasal *output filter*. *Voltage*

*Regulator* pada umumnya terdiri dari dioda zener, transistor atau IC (*Integrated Circuit*). Pada DC power supply yang canggih, biasanya *voltage regulator* juga dilengkapi dengan *short circuit protection* (perlindungan atas hubung singkat), *current limiting* (Pembatas Arus) ataupun *over voltage protection* (perlindungan atas kelebihan tegangan). Pada gambar 2.5 merupakan IC Regulator yang biasanya digunakan dalam rangkaian power supply.



**Gambar 2.5** IC *Regulator*

## **2.6 DAC (*Digital to Analog Converter*)** [9] [10]

DAC (*Digital to Analog Converter*) adalah perangkat atau rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah suatu isyarat digital (kode-kode biner) menjadi isyarat analog (tegangan analog) sesuai harga dari isyarat digital tersebut.

Rangkaian dasar DAC (*Digital to Analog Converter*) terdapat 2 tipe yaitu Binary-weighted DAC dan R/2R Ladder DAC. Dalam tugas akhir ini rangkaian yang digunakan adalah rangkaian R/R2 Ladder DAC. Pada rangkaian R/2R Ladder, hanya dua nilai resistor yang diperlukan. Secara teori dapat dibuat suatu persamaan rumus besaran analognya 1.2, yaitu :

$$U_x = \frac{1}{2} \times V_H \dots\dots\dots (1.2)$$

## **2.7 VCR (*Voltage Control Resistor*)** [11] [12] [13] [14]

VCR (*Voltage Control Resistor*) adalah rangkaian pengatur tegangan dengan menggunakan transistor J-Fet yang hasil *output* transistor bergantung pada kontrol tegangan. Resistor yang dikontrol dengan tegangan didefinisikan sebagai resistor tiga terminal dimana nilai resistensi antara dua terminal dikendalikan oleh tegangan. rangkaian VCR yang dibuat dalam tugas akhir ini menggunakan IC OP-

AMP 741 yang digunakan sebagai pembalik tegangan dan transistor 2N5457 J-Fet yang digunakan sebagai saklar. Transistor 2N5457 J-Fet ini digunakan sebagai pengatur besar kecilnya sinyal audio yang masuk kedalam rangkaian mini amplifier stereo. Dengan mengatur besar kecilnya tegangan yang masuk ke kaki Gate transistor dimana tegangan tersebut berasal dari *output* DAC 4-bit. Transistor J-Fet 2N5457 merupakan transistor J-Fet dengan tipe N – *Channel* yang artinya transistor ini bekerja pada tegangan negatif. Transistor J-Fet sering digunakan karena memiliki impedansi *input* yang besar terutama jika digunakan untuk *switch*. J-Fet lebih baik karena resistansi dan disipasi dayanya yang kecil.

## **2.8 Mini Amplifier Stereo [15] [16]**

Mini amplifier stereo adalah rangkaian amplifier yang dibuat dengan IC LM386. IC power amplifier LM386 adalah chip monolitik yang didesain khusus sebagai power amplifier dengan daya rendah dan konsumsi daya yang rendah. Power amplifier IC LM386 dapat dibuat sebagai power amplifier dengan penguatan sebesar 20 kali sampai 200 kali tergantung konfigurasi rangkaiannya. Rangkaian power amplifier yang menggunakan IC power amplifier LM386 pada umumnya adalah perangkat yang membutuhkan penguat audio dengan *loudspeaker* kecil terpasang pada perangkat tersebut. Rangkaian mini amplifier stereo LM386 ini sering diaplikasikan pada perangkat radio atau mainan yang menggunakan pengeras suara kecil. Rangkaian mini amplifier stereo dengan IC LM386 sangatlah sederhana.



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

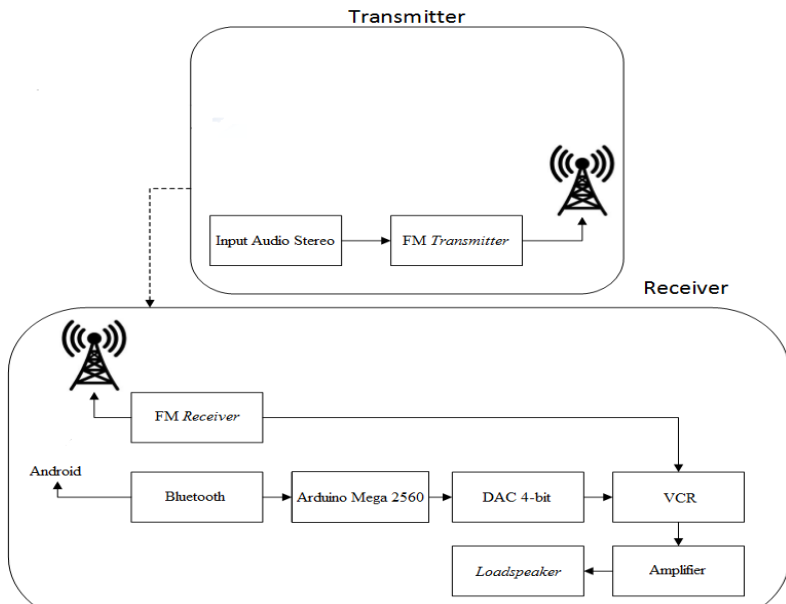
## BAB III

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini berisi tahapan mengenai tahapan yang dilakukan dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir. Penjelasan diawali dengan blok fungsional sistem secara keseluruhan yang meliputi proses kerja alat dalam bentuk alur diagram. Perancangan mekanik yang membahas tentang desain dan pembuatan mekanik yang mendukung cara kerja alat. Perancangan elektrik yang membahas perancangan rangkaian elektrik sebagai rangkaian pendukung alat.

#### 3.1 Blok Fungsional Sistem

Sebelum melakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, diperlukan sebuah perancangan blok fungsional sistem berupa blok diagram yang menjelaskan sistem kerja secara keseluruhan tugas akhir ini. Secara keseluruhan blok fungsional sistem dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



**Gambar 3.1** Blok Fungsional Sistem Alat Secara Keseluruhan

Sesuai dengan gambar diatas pada bagian *transmitter*, FM stereo *transmitter* digunakan sebagai pemancar sinyal audio yang dikirimkan melalui frekuensi 88 MHz – 108 MHz. Penggunaan modul FM stereo ini memiliki beberapa keuntungan yang pertama adalah pemancar dapat bekerja dengan satu sel baterai 1,5 Volt DC – 3 Volt DC, dan juga pemancar ini memiliki kestabilan frekuensi yang baik. Arduino Mega 2560 digunakan sebagai kontrol volume yang dikendalikan langsung melalui *software* Android yang ada di HP menggunakan modul Bluetooth HC-05.

FM stereo *receiver* digunakan sebagai penerima sinyal audio dari *transmitter* pada frekuensi yang sama dengan *transmitter*. Sebelum sinyal audio masuk ke *loadspeaker*, terlebih dahulu sinyal audio masuk ke dalam rangkaian mini amplifier stereo untuk diatur volumenya. Proses pengaturan volume dilakukan pada bagian *transmitter* melalui *software* Android. Untuk pengiriman perintah jarak jauhnya digunakan modul Bluetooth HC-05.

### **3.2 Perancangan Elektronik (*Hardware*)**

Perancangan *hardware* dilakukan dengan merancang rangkaian – rangkaian elektronika dan rancangan mekanik. Perancangan *hardware* ini meliputi :

1. Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo.
2. Rangkaian Power Supply.
3. Rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) 4-bit.
4. Rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*).
5. Rangkaian Mini Amplifier Stereo.

#### **3.2.1 Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo**

Rangkaian pemancar mini FM stereo merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengirimkan audio dari pemancar sehingga nanti bisa diterima oleh modul radio FM. Sinyal audio tidak bisa dikirimkan langsung secara *wireless*, maka dari itu dibuat rangkaian pemancar FM sehingga sinyal audio bisa dikirimkan dengan cara ditumpangkan pada frekuensinya.

Pada tugas akhir ini pembuatan pemancar mini FM stereo dengan menggunakan IC BA1404 sebagai otak dari rangkaian ini. Dimana IC BA1404 dirancang khusus untuk dapat bekerja hanya dengan tegangan *supply* antara 1,5 Volt DC sampai dengan 3 Volt DC. *Supply* IC BA1404 menggunakan Baterai Alkaline (AA). Didalam IC BA1404

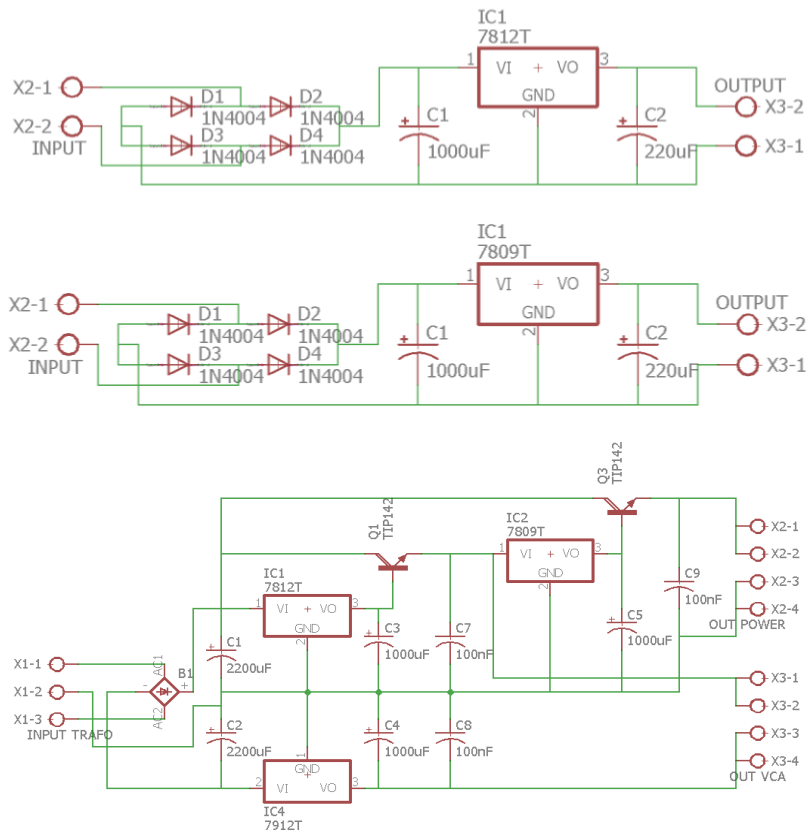


**Table 3.1** Pin Konfigurasi IC BA1404

Pin	Keterangan
1	R-ch audio <i>input</i>
2	<i>Input</i> amplifier bypass
3	GND
4	38 KHz oscillator bypass
5	38 KHz oscillator
6	RF <i>output</i>
7	GND
8	RF oscillator
9	RF oscillator
10	RF oscillator
11	<i>Voltage</i> supply
12	Modulation <i>signal input</i>
13	Pilot <i>signal output</i>
14	Multiplexer <i>signal output</i>
15	Vcc
16	Multiplexer modulator balance
17	Multiplexer modulator balance
18	L- ch audio <i>input</i>

### 3.2.2 Rangkaian Power Supply

Rangkaian power supply berfungsi sebagai penyedia tegangan DC untuk seluruh kebutuhan alat. Pada power supply yang dipakai menggunakan 3 buah trafo CT *step down* yang memiliki sumber arus yang bervariasi antara lain, 1 Ampere, 2 Ampere, dan 10 Ampere. Trafo dengan sumber arus 1 Ampere tegangan keluaran trafo yang digunakan adalah GND, dan 12 Volt AC. Trafo dengan sumber arus 2 Ampere tegangan keluaran trafo yang digunakan adalah GND, dan 12 Volt AC. Sedangkan pada trafo dengan sumber arus 10 Ampere tegangan keluaran trafo yang digunakan adalah GND dan 2 sumber 12 Volt AC, karena rangkaian yang terhubung pada trafo dengan sumber arus 10 Ampere merupakan rangkaian power supply simetris. Gambar 3.3 merupakan semua skematik rangkaian power supply yang digunakan dalam *supply* peralatan pada tugas akhir.



**Gambar 3.3** Skematik Rangkaian Power Supply

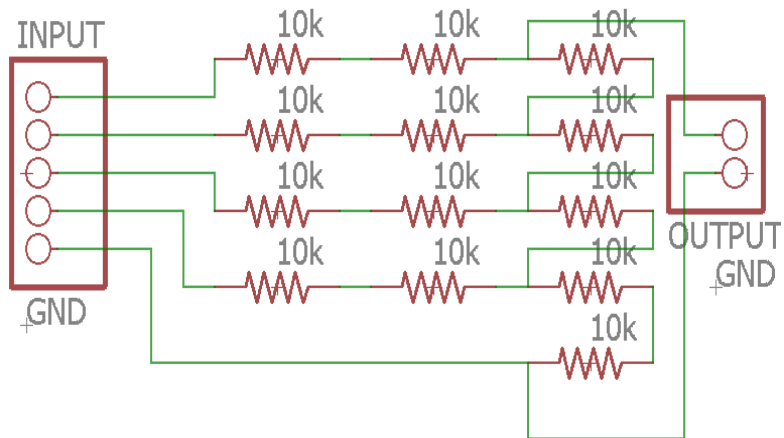
Dioda atau kiprok pada rangkaian power supply berfungsi sebagai penyearah arus untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC. 4 komponen dioda yang digunakan artinya *Full wave rectifier* yaitu semua gelombang bolak – balik AC yang disearahkan, dan dioda yang dipakai kapasitas arus yang melewati disesuaikan dengan sumber arus pada trafo. Kapasitor berfungsi untuk meratakan tegangan yang keluar dari dioda. Kapasitas kapasitor yang digunakan tegangannya disesuaikan dengan tegangan keluaran dari trafo. Transistor TIP142 berfungsi sebagai penguat arus dengan sumber tegangan positif. Tegangan yang dihasilkan oleh semua terminal power supply yaitu

sebesar 9 Volt DC, 12 Volt DC, dan -12 Volt DC. Pada trafo 1 Ampere rangkaian power supply menghasilkan tegangan 9 Volt DC yang berasal dari *voltage regulator* LM7809. Pada trafo 2 Ampere rangkaian power supply menghasilkan tegangan 12 Volt DC yang berasal dari *voltage regulator* LM7812. Pada trafo 10 Ampere rangkaian power supply menghasilkan tegangan 9 Volt DC, 12 Volt DC, dan -12 Volt DC yang berasal dari *voltage regulator* LM7809, LM7812, dan LM7912.

Pada trafo 1 Ampere tegangan 9 Volt DC digunakan untuk memberi *supply* ke Arduino. Pada trafo 2 Ampere tegangan 12 Volt DC digunakan untuk memberi *supply* ke Modul Radio FM. Sedangkan pada trafo 10 Ampere tegangan 9 Volt DC digunakan untuk memberi *supply* ke mini amplifier stereo, tegangan 12 Volt DC dan -12 Volt DC digunakan untuk memberi *supply* ke rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*).

### **3.2.3 Rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) 4-bit**

DAC (*Digital to Analog Converter*) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah suatu isyarat digital (kode-kode biner) menjadi isyarat analog (tegangan analog) sesuai harga dari isyarat digital tersebut. Rangkaian dasar DAC (*Digital to Analog Converter*) terdapat 2 tipe yaitu Binary-weighted DAC dan R/2R Ladder DAC. Dalam tugas akhir ini rangkaian yang digunakan adalah rangkaian R/R2 Ladder DAC. Pada rangkaian R/2R Ladder, hanya dua nilai resistor yang diperlukan. Pada gambar 3.4 merupakan perancangan rangkaian DAC 4-bit.



**Gambar 3.4** Skematik Rangkaian DAC 4-bit

Pada tugas akhir ini rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) yang dibuat yaitu 2 rangkaian karena audio yang dikontrol merupakan audio stereo sehingga membutuhkan 2 *channel* yaitu *left* dan *right*. Data tegangan yang dikonversi dari data tegangan digital ke data tegangan analog yaitu data tegangan pada Arduino Mega 2560, dan *port* yang dihubungkan pada rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) adalah *port* C dan *port* L. Berikut ini merupakan tabel 3.2 *wiring* antara Arduino Mega 2560 dengan rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*).

**Tabel 3.2** *Wiring* Pin Arduino dan Rangkaian DAC

Pin Arduino Mega	Rangkaian DAC
GND	GND
Pin 30 – 34	<i>Input</i> DAC A
Pin 44 – 47	<i>Input</i> DAC B

Pada rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) tegangan *output*-nya bisa dihitung sesuai teori dan ada rumusnya. Berikut rumus 2.1 DAC (*Digital to Analog Converter*).



$$U_x = \frac{1}{2} \times V_H \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan adanya rumus 2.1 maka tegangan keluaran DAC (*Digital to Analog Converter*) bisa dihitung, sehingga bisa dibuat acuan dalam pengambilan data. Tegangan referensi yang digunakan adalah tegangan *output* pada Arduino yaitu 5 Volt. Tabel 3.3 merupakan spesifikasi tegangan keluaran pada rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) 4-bit.

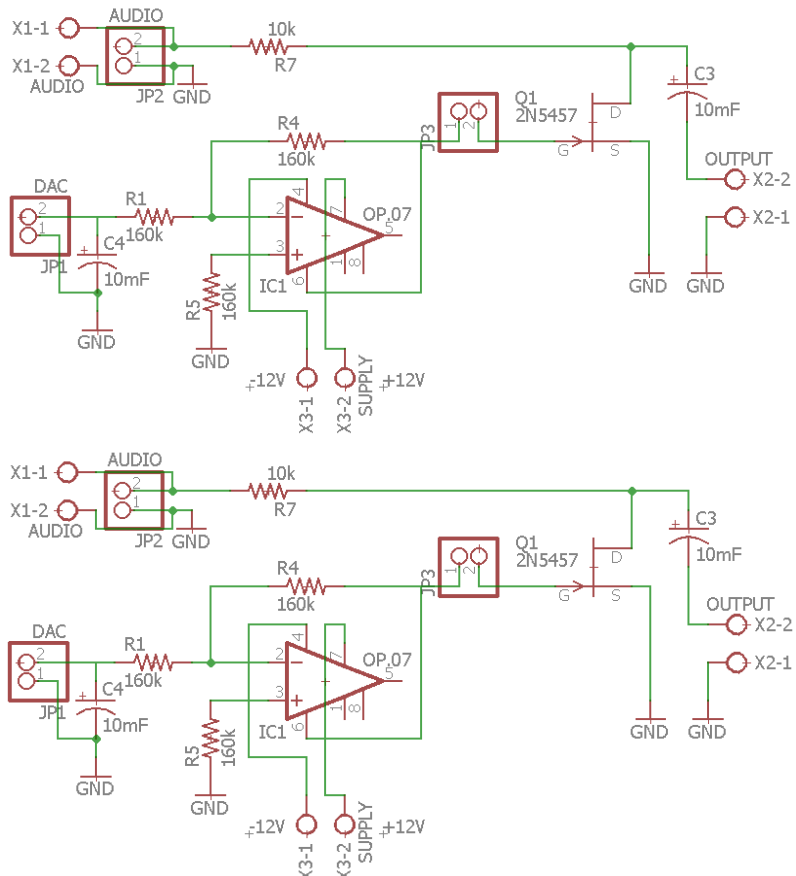
**Tabel 3.3** Spesifikasi Rangkaian DAC 4-bit

Byte	A	B	C	D	Desimal	Output (V)
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	0,3125
3	0	0	1	0	2	0,625
4	0	0	1	1	3	0,9375
5	0	1	0	0	4	1,25
6	0	1	0	1	5	1,5625
7	0	1	1	0	6	1,875
8	0	1	1	1	7	2,1875
9	1	0	0	0	8	2,5
10	1	0	0	1	9	2,8125
11	1	0	1	0	10	3,125
12	1	0	1	1	11	3,4375
13	1	1	0	0	12	3,75
14	1	1	0	1	13	4,0625
15	1	1	1	0	14	4,375
16	1	1	1	1	15	4,6875

### 3.2.4 Rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*)

VCR (*Voltage Control Resistor*) merupakan perangkat yang memiliki peranan penting dalam hal penguatan tegangan. Tegangan yang dikuatkan berasal dari *Output* DAC (*Digital to Analog Converter*) sebelum menuju ke transistor J-FET. Berikut merupakan rangkaian VCR

(*Voltage Control Resistor*) yang digunakan dalam tugas akhir seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Skematik Rangkaian VCR

IC Op-Amp 741 pada rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*) berfungsi untuk penguatan, dan pembalik tegangan. Tegangan *supply* yang diperlukan pada IC Op-Amp 741 adalah  $\pm 12$  Volt DC. IC Op-Amp memiliki kaki 8 pin. Terdapat dua IC Op-Amp yang dipakai, untuk IC Op-Amp digunakan untuk penguatan dan membalik tegangan yang

berasal dari *output* rangkain DAC (*Digital to Analog Converter*) 4-bit menuju ke rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*). Penguat yang digunakan pada rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*) merupakan penguat *Inverting* yang artinya hasil *output* yang dikeluarkan dari IC Op-Amp 741 adalah berkebalikan dari *Input* IC Op-Amp. Berikut merupakan rumus 2.2 penguatan *Inverting*, dan tabel 3.4 merupakan pin konfigurasi IC Op-Amp 741.

$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_{in}}\right) \times V_{in} \dots \dots \dots (2.2)$$

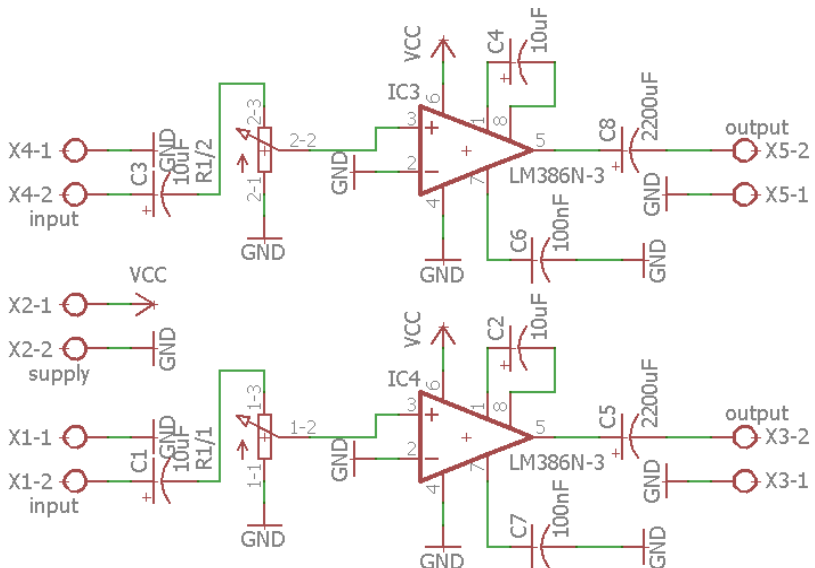
**Tabel 3.4** Pin Konfigurasi IC Op-Amp 741

Pin	Keterangan
1	<i>Offset Null</i>
2	<i>Inverting Input</i>
3	<i>Non-Inverting Input</i>
4	<i>Input</i> tegangan negatif (V-)
5	NC
6	<i>Input</i> tegangan positif (V+)
7	<i>Output</i>
8	<i>Offset Null</i>

Transistor 2N5457 merupakan transistor J-Fet ( *Junction Field Effect Transistor*) digunakan sebagai saklar. Transistor ini merupakan salah satu jenis transistor yang memiliki impedansi masukan pada kaki gate sehingga dengan menggunakan transistor J-Fet sebagai saklar elektronik, memungkinkan untuk menghubungkannya dengan semua jenis gerbang logika, dan memiliki 3 buah kaki yaitu Gate, Drain, dan Source. Transistor 2N5457 memiliki karakter masukan kaki gate harus bertegangan negatif agar pada rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*) tegangan audio yang mengalir dari *input* menuju ke IC Op-Amp 741 bisa sampai keadaan maksimal dan tegangan negatif itu didapatkan dari *output* Op-Amp yang *input*-nya tehubung pada *output* rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) 4-bit.

### 3.2.5 Rangkaian Mini Amplifier Stereo

Rangkaian mini amplifier stereo merupakan rangkaian penguat yang digunakan untuk penguat akhir bagian sistem tata suara yang berfungsi sebagai penguat sinyal audio yang pada dasarnya merupakan penguat tegangan dan arus dari sinyal audio yang bertujuan untuk menggerakkan pengeras suara (*loudspeaker*). Berikut ini merupakan rangkaian mini amplifier stereo yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Skematik Rangkaian Mini Amplifier Stereo

*Input* yang didapat dari rangkaian mini amplifier stereo ini dari *output* rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*). Pada rangkaian ini tegangan dan arus diolah sehingga menjadi suara yang keluarannya disambungkan ke *loadpeaker*. *Supply* tegangan yang digunakan pada rangkaian mini amplifier stereo adalah 9 Volt DC dari power supply. IC LM386 merupakan otak dari rangkaian mini amplifier stereo yang fungsinya untuk mengolah arus dan tegangan sebelum dikonversikan menjadi suara. Penguatan pada rangkain mini amplifier stereo ini yang dibuat sebesar 20 kali penguatan. IC LM386 memiliki kaki 8 pin.

Berikut ini merupakan tabel pin konfigurasi dari IC LM386 ditunjukkan pada table 3.5.

**Tabel 3.5** Pin Konfigurasi IC LM386

Pin	Keterangan
1	<i>Gain</i>
2	<i>Input</i> negatif (–)
3	<i>Input</i> positif (+)
4	GND
5	<i>Gain</i>
6	Bypass
7	Vs
8	V <i>output</i>

### 3.2.6 Modul Radio FM

Modul radio FM digunakan sebagai media komunikasi untuk menerima sinyal dari pemancar FM stereo. *Supply* tegangan yang digunakan untuk mengaktifkan modul radio ini adalah 9 Volt DC. Frekuensi yang digunakan untuk menerima siny audio dari pemancar berkisar antara 88 MHz – 107 MHz. Spesifikasi pada modul radio FM adalah dilengkapi sebuah antena, jack audio, pengatur volume, dan rangkaian amplifier.

Antena pada modul radio FM digunakan sebagai wadah untuk menangkap frekuensi dari pemancar, agar sinyal audio yang diterima kualitasnya sama seperti yang dimasukkan pada pemancar dan jarak antara pemancar dan modul radio FM bisa cukup jauh. Sehingga apabila semakin panjang antena yang dipakai pada modul radio FM maka sinyal yang diterima akan semakin baik dan akan mengurangi *nois*. Fungsi dari jack audio adalah digunakan untuk menghubungkan antara modul radio FM menuju ke rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*) dulu sebelum masuk ke rangkaian mini amplifier stereo. Pengatur volume pada modul radio FM digunakan untuk mengatur volume secara manual. Rangkaian amplifier pada modul radio FM digunakan untuk menguatkan arus dan tegangan sehingga nanti dikonversika menjadi suara. Tetapi pengatur volume dan rangkaian amplifier pada modul radio tidak digunakan, karena sudah dibuat rangkain pengatur volume otomatis menggunakan Android dan rangkaian mini amplifier menggunakan IC LM386.

### 3.3 Perancangan Mekanik

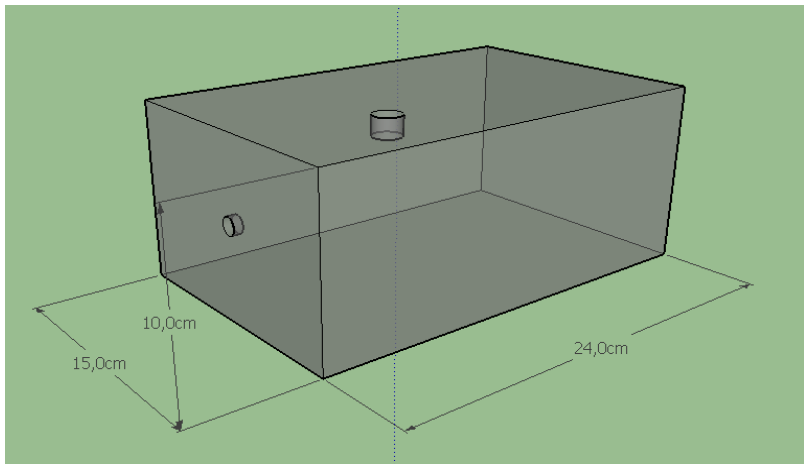
Perancangan mekanik yang digunakan sebagai tempat peletakan rangkaian dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

1. Perancangan box pemancar.
2. Perancangan box power supply.
3. Perancangan box kontrol.

Penentuan bahan yang digunakan untuk membangun box harus mempertimbangkan medan yang akan digunakan untuk peletakan box. Medan yang digunakan adalah panggung dengan keadaan yang cukup luas, banyak manusia, dan terkadang medannya dialam terbuka. Ketika box berada disemua medan maka diperlukan bahan yang cocok dan ukuran box yang sesuai untuk semua kondisi yang akan terjadi.

#### 3.3.1 Perancangan Box Pemancar

Perancangan box pemancar terbuat dari bahan akrilik karena sifatnya yang ringan dan mudah dibentuk. Kemudian box yang sudah jadi diberi lubang dengan letak yang sesuai dengan letak antena pemancar, saklar, dan jack audio yang dihubungkan dengan sumber suara. Lubang antena terletak dibagian atas box, lubang saklar diletakkan dibagian samping kiri box, dan lubang jack audio diletakkan dibagian depan box. Dimensi dari box pemancar seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.7.

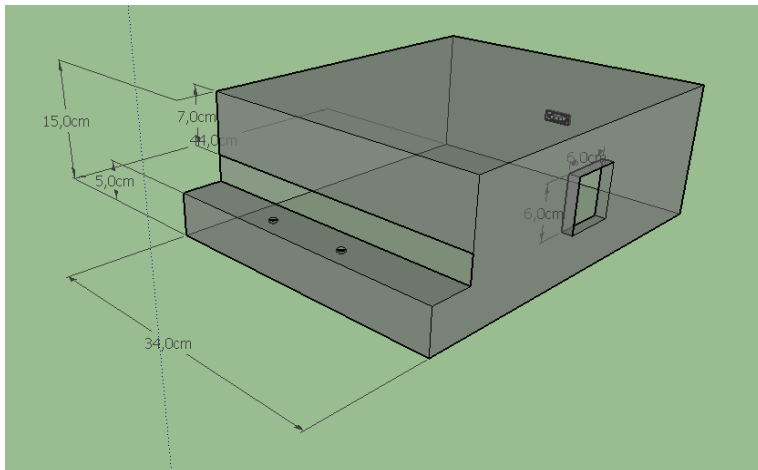


**Gambar 3.7** Desain Dimensi Box Pemancar

Ukuran box pemancar bisa dilihat pada gambar 3.7, dan lubang antenna memiliki ukuran diameter 1 cm sedangkan lubang jack audio memiliki ukuran diameter 1,2 cm. Bagian elektrik pemancar diletakkan didalam box. Didalam box terdapat papan yang digunakan sebagai tempat peletakan agar saat ada perbaikan pada bagian elektrik menjadi lebih mudah. Bagian elektrik yang diletakkan didalam box pemancar adalah rangkaian pemancar FM stereo, dan *supply* untuk rangkaian pemancar yaitu dua buah baterai alkaline (AA) yang disambungkan pada saklar. Sehingga apabila ingin menyalakan dan mematikan pemancar tinggal menekan tombol saklar yang menempel pada bagian sebelah kiri box.

### 3.3.2 Perancangan Box Power Supply

Perancangan box power supply terbuat dari bahan akrilik karena sifatnya yang ringan dan mudah dibentuk. Kemudian box yang sudah jadi diberi lubang dengan letak yang sesuai dengan letak terminal, dan jack kabel AC. Lubang terminal diletakkan dibagian depan menghadap ke atas box dengan ketinggian 5 cm dari ujung bawah box, lubang jack kabel AC diletakkan dibagian belakang box, lubang kabel diletakkan di bagian depan box. Dimensi dari box power supply seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8.

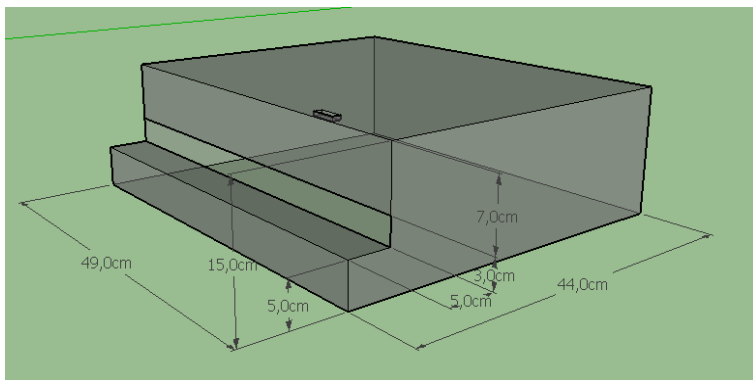


**Gambar 3.8** Desain Dimensi Box Power Supply

Ukuran box power supply bisa dilihat pada gambar 3.8, dan lubang jack kabel AC memiliki ukuran 1,6 cm x 2,3 cm, lubang kabel memiliki ukuran 3 cm x 34 cm, sedangkan lubang terminal memiliki dua lubang yang memiliki ukuran diameter 0,8 cm dan jarak antar lubang adalah 9,5 cm. Bagian elektrik power supply diletakkan didalam box. Didalam box terdapat papan yang digunakan sebagai tempat peletakan agar saat ada perbaikan pada bagian elektrik menjadi lebih mudah. Bagian elektrik yang diletakkan didalam box power supply adalah tiga trafo yang memiliki sumber arus 1 Ampere, 2 Ampere, dan 3 Ampere yang tersambung pada jack kabel AC. Tiga rangkain power supply yang keluarannya tersambung pada terminal.

### 3.3.3 Perancangan Box Kontrol

Perancangan box kontrol terbuat dari bahan akrilik karena sifatnya yang ringan dan mudah dibentuk. Kemudian box yang sudah jadi diberi lubang dengan letak yang sesuai dengan letak terminal, kebel yang tersambung pada Arduino, dan kabel yang tersambung pada terminal. Lubang terminal diletakkan di bagian depan menghadap ke atas box dengan ketinggian 5 cm dari ujung bawah box, lubang kabel yang terhubung pada Arduino diletakkan dibagian atas box, dan lubang kabel yang tersambung pada terminal diletakkan dibagian depan box. Dimensi dari box kontrol seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9.



**Gambar 3.9** Desain Dimensi Box Kontrol



Ukuran box kontrol bisa dilihat pada gambar 3.9, dan lubang terminal memiliki dua lubang yang memiliki ukuran diameter 0,8 cm dan jarak antar lubang adalah 9,5 cm, lubang kabel yang tersambung pada Arduino memiliki ukuran 1 cm x 3 cm, sedangkan lubang kabel yang tersambung pada terminal memiliki ukuran 3 cm x 49 cm. Bagian elektrik kontrol diletakkan didalam box. Didalam box terdapat papan yang digunakan sebagai tempat peletakan agar saat ada perbaikan pada bagian elektrik menjadi lebih mudah. Bagian elektrik yang diletakkan didalam box kontrol adalah rangkaian mini amplifier stereo yang sumber tegangannya terhubung dengan kabel pada terminal. Dua rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*) yang *supply*-nya terhubung dengan kabel pada terminal. Dua rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) yang terhubung pada Arduino. Semua rangkaian yang ada di dalam box di-*wiring* sesuai dengan ketentuan yang telah ditentukan.

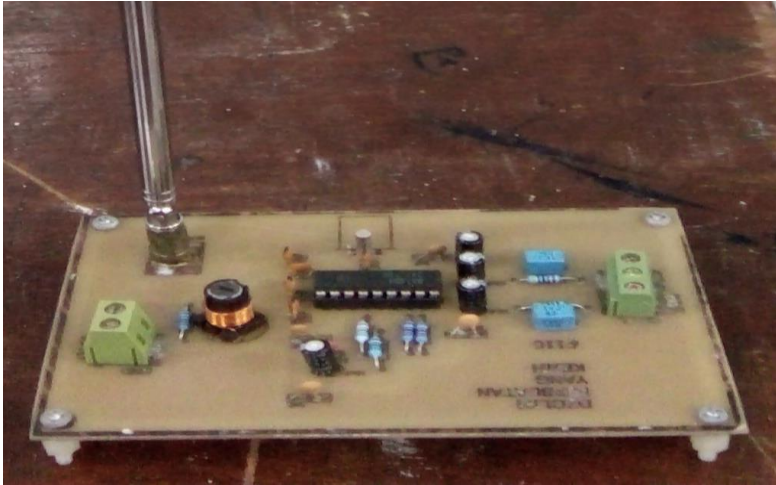
### **3.4 Pembuatan Rangkaian Elektronik (*Hardware*)**

Pembuatan *hardware* dilakukan dengan cara merangkai komponen – komponen elektronika pada PCB (*Printed Circuit Board*) dan pembuatan mekanik. Pembuatan *hardware* ini meliputi :

1. Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo.
2. Rangkaian Power Supply.
3. Rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) 4-bit.
4. Rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*).
5. Rangkaian Mini Amplifier Stereo.

#### **3.4.1 Pembuatan Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo**

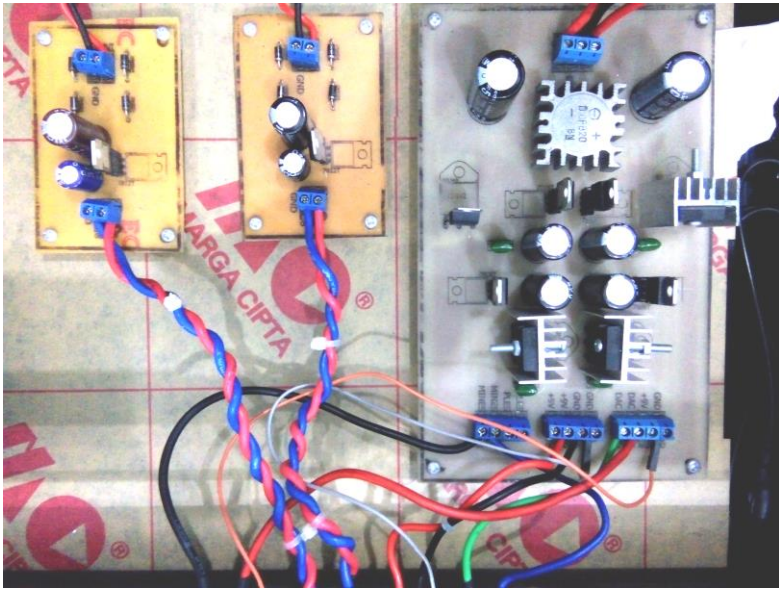
Pembuatan rangkaian pemancar mini FM stereo dilakukan guna merealisasikan perancangan rangkaian pemancar mini FM stereo yang tertera pada sub bab 3.2.1. Pembuatan rangkaian ini bertujuan agar bisa menjadi alat yang sesuai dengan perencanaan. Berikut ini gambar 3.10 merupakan bentuk rangkaian pemancar mini FM stereo yang telah dibuat untuk digunakan pada tugas akhir ini.



**Gambar 3.10** Realisasi Rangkaian Pemancar Mini FM Stereo

#### **3.4.2 Pembuatan Rangkaian Power Supply**

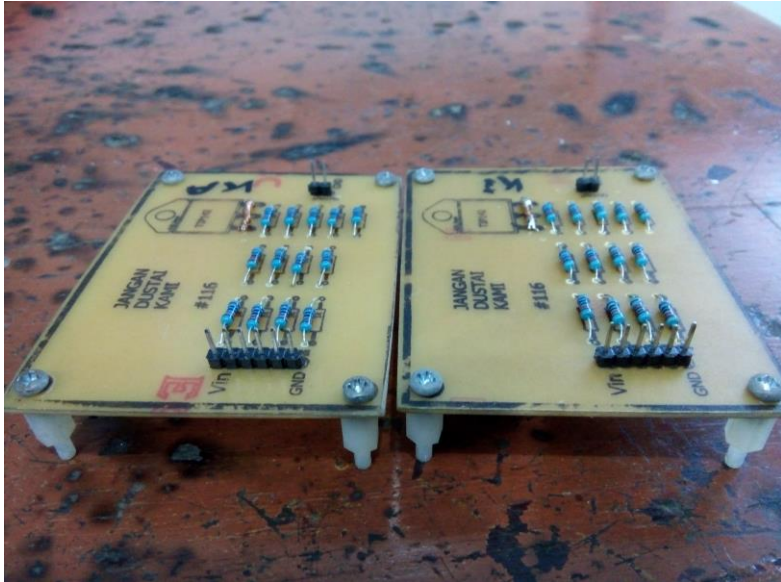
Pembuatan rangkaian power supply dilakukan guna merealisasikan perancangan rangkaian power supply yang tertera pada sub bab 3.2.2. Pembuatan rangkaian ini bertujuan agar bisa menjadi alat yang sesuai dengan perencanaan. Berikut ini gambar 3.11 merupakan bentuk rangkaian power supply yang telah dibuat untuk digunakan pada tugas akhir ini.



**Gambar 3.11** Realisasi Rangkaian Power Supply

### 3.4.3 Pembuatan Rangkaian DAC 4-bit

Pembuatan rangkaian DAC 4-bit dilakukan guna merealisasikan perancangan rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*) yang tertera pada sub bab 3.2.3. Pembuatan rangkaian ini bertujuan agar bisa menjadi alat yang sesuai dengan perencanaan. Berikut ini gambar 3.12 merupakan bentuk rangkaian DAC 4-bit yang telah dibuat untuk digunakan pada tugas akhir ini.



**Gambar 3.12** Realisasi Rangkaian DAC 4-bit

#### **3.4.4 Pembuatan Rangkaian VCR**

Pembuatan rangkaian VCR dilakukan guna merealisasikan perancangan rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*) yang tertera pada sub bab 3.2.4. Pembuatan rangkaian ini bertujuan agar bisa menjadi alat yang sesuai dengan perencanaan. Berikut ini gambar 3.13 merupakan bentuk rangkaian VCR yang telah dibuat untuk digunakan pada tugas akhir ini.



**Gambar 3.13** Realisasi Rangkaian VCR

#### **3.4.5 Pembuatan Rangkaian Mini Amplifier Stereo**

Pembuatan rangkaian mini amplifier stereo dilakukan guna merealisasikan perancangan rangkaian mini amplifier stereo yang tertera pada sub bab 3.2.5. Pembuatan rangkaian ini bertujuan agar bisa menjadi alat yang sesuai dengan perencanaan. Berikut ini gambar 3.14 merupakan bentuk rangkaian mini amplifier stereo yang telah dibuat untuk digunakan pada tugas akhir ini.



**Gambar 3.14** Realisasi Rangkaian Mini Amplifier Stereo

### **3.5 Pembuatan Mekanik**

Pembuatan mekanik yang digunakan sebagai tempat peletakan rangkaian menggunakan akrilik. Ada tiga box yang dipakai sebagai tempat rangkaian antara lain :

1. Perancangan box pemancar.
2. Perancangan box power supply.
3. Perancangan box kontrol.

#### **3.5.1 Pembuatan Box Pemancar**

Pembuatan box pemancar dilakukan guna merealisasikan perancangan box pemancar yang tertera pada sub bab 3.3.1. Pembuatan mekanik ini bertujuan agar bisa menjadi alat yang sesuai dengan perencanaan. Berikut ini gambar 3.15 merupakan bentuk box pemancar yang telah dibuat untuk digunakan pada tugas akhir ini.

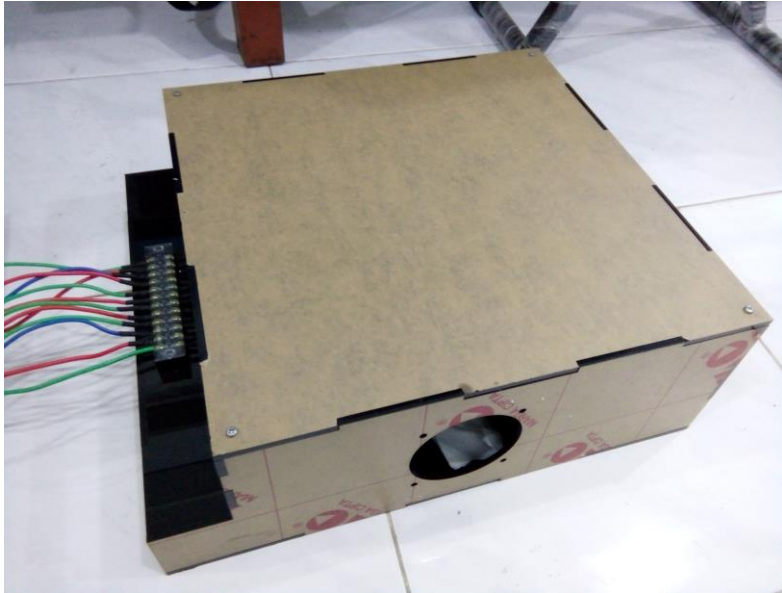


**Gambar 3.15** Realisasi Box Pemancar

### **3.5.2 Pembuatan Box Power Supply**

Pembuatan box power supply dilakukan guna merealisasikan perancangan box power supply yang tertera pada sub bab 3.3.2. Pembuatan mekanik ini bertujuan agar bisa menjadi alat yang sesuai dengan perencanaan. Berikut ini gambar 3.16 merupakan bentuk box power supply yang telah dibuat untuk digunakan pada tugas akhir ini.



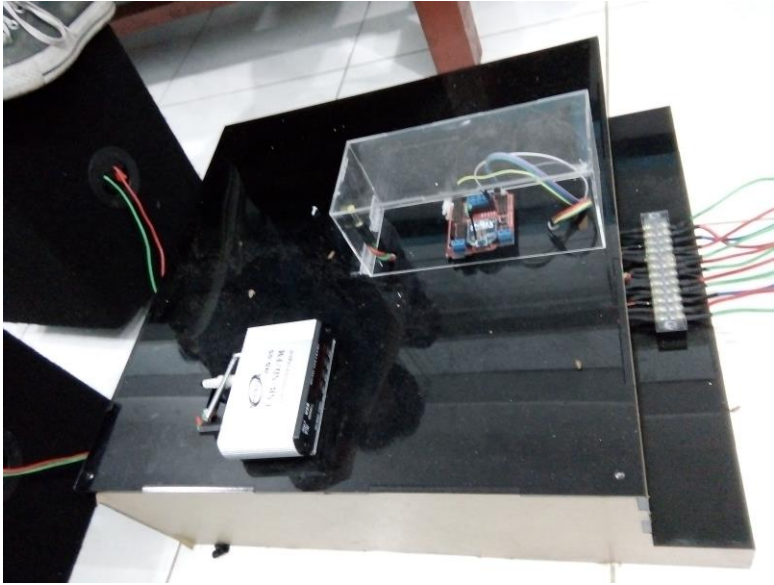


**Gambar 3.16** Realisasi Box Power Supply

### **3.5.3 Pembuatan Box Kontrol**

Pembuatan box kontrol dilakukan guna merealisasikan perancangan box kontrol yang tertera pada sub bab 3.3.3. Pembuatan mekanik ini bertujuan agar bisa menjadi alat yang sesuai dengan perencanaan. Berikut ini gambar 3.17 merupakan bentuk kontrol yang telah dibuat untuk digunakan pada tugas akhir ini.





**Gambar 3.17** Realisasi Box Kontrol

## BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISA

Untuk mengetahui apakah tujuan-tujuan dari pembuatan alat ini telah tercapai atau belum, maka perlu dilakukannya sebuah pengukuran dan analisa terhadap alat yang telah dibuat. Dan sebagai acuan yang tidak terpisahkan adalah adanya proses evaluasi sehingga akan dapat dilakukan langkah-langkah positif guna membawa alat ini kearah yang lebih baik.

### 4.1 Pengukuran Pentransmisian Sinyal Audio

Pengukuran pertama merupakan pengukuran transmisi sinyal audio. Yang terlibat pada saat pentransmisian sinyal audio adalah rangkaian pemancar FM stereo, dan modul radio FM. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui sampai berapa jauh modul radio FM bisa menerima sinyal audio dari pemancar.

Pengukuran ini dilakukan ditempat dan dikondisi yang berbeda. Untuk tempatnya dilakukan ditempat terbuka dan tertutup. Untuk kondisinya dilakukan dimalam hari dan siang hari. Pengukuran ini dilakukan dengan cara memindahkan modul radio FM sesuai dengan jarak yang telah ditentukan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2. Dengan acuan hasil *input* pemancar FM sama dengan hasil *output* modul radio FM. Tabel 4.1 dan 4.2 merupakan hasil pengukuran jarak.

**Tabel 4.1** Pengukuran Jarak pada saat Siang Hari

No	<i>Outdoor</i>		<i>Indoor</i>	
	Jarak (m)	Ketersambungan	Jarak (m)	Ketersambungan
1.	0,5	Ok	0,5	Ok
2.	1	Ok	1	Ok
3.	1,5	Ok	1,5	Ok
4.	2	Ok	2	Ok
5.	2,5	Ok	2,5	Ok
6.	3	Ok	3	Ok
7.	3,5	Ok	3,5	Ok
8.	4	Ok	4	Ok
9.	4,5	Ok	4,5	Ok
10.	5	Ok	5	Gagal
11.	5,5	Ok	5,5	Gagal
12.	6	Ok	6	Gagal

13.	6,5	Ok	6,5	Gagal
14.	7	Ok	7	Gagal
15.	7,5	Ok	7,5	Gagal
16.	8	Gagal	8	Gagal
17.	8,5	Gagal	8,5	Gagal
18.	9	Gagal	9	Gagal
19.	9,5	Gagal	9,5	Gagal
20.	10	Gagal	10	Gagal

Hasil pengukuran jarak pada tabel 4.1 dilakukan pada hari kamis 8 Juni 2017. Untuk pengambilan jarak saat ditempat tertutup dilakukan di ruang *Workshop* D3 Teknik Elektro Otomasi ITS pada pukul 10.20 WIB. Sedangkan pengambilan jarak saat ditempat terbuka dilakukan didepan Lab Elektronika Dasar D3 Teknik Elektro Otomasi ITS pada pukul 11.05 WIB.

**Tabel 4.2** Pengukuran Jarak pada saat Malam Hari

No	<i>Outdoor</i>		<i>Indoor</i>	
	Jarak (m)	Ketersambungan	Jarak (m)	Ketersambungan
1.	0,5	Ok	0,5	Ok
2.	1	Ok	1	Ok
3.	1,5	Ok	1,5	Ok
4.	2	Ok	2	Ok
5.	2,5	Ok	2,5	Ok
6.	3	Ok	3	Ok
7.	3,5	Ok	3,5	Ok
8.	4	Ok	4	Ok
9.	4,5	Ok	4,5	Ok
10.	5	Ok	5	Gagal
11.	5,5	Ok	5,5	Gagal
12.	6	Ok	6	Gagal
13.	6,5	Ok	6,5	Gagal
14.	7	Ok	7	Gagal
15.	7,5	Ok	7,5	Gagal
16.	8	Ok	8	Gagal
17.	8,5	Ok	8,5	Gagal
18.	9	Ok	9	Gagal
19.	9,5	Gagal	9,5	Gagal

20.	10	Gagal	10	Gagal
-----	----	-------	----	-------

Hasil pengukuran jarak pada tabel 4.2 dilakukan pada hari Kamis 8 Juni 2017. Untuk pengambilan jarak saat ditempat tertutup dilakukan di ruang *Workshop* D3 Teknik Elektro Otomasi ITS pada pukul 20.30 WIB. Sedangkan pengambilan jarak saat ditempat terbuka dilakukan di depan Lab Elektronika Dasar D3 Teknik Elektro Otomasi ITS pada pukul 21.15 WIB.

Dari hasil pengukuran jarak yang telah dilakukan, bisa ditarik kesimpulan yaitu pentransmisian sinyal audio menggunakan pemancar radio frekuensi dengan IC BA1404 hasil transmisi sinyal audio saat ditempat terbuka, *reseiver* bisa menerima gelombang radio frekuensi dari *transmitter* dengan jarak maksimal 8 meter. Sedangkan pada saat malam hari *reseiver* bisa menerima gelombang radio frekuensi dari *transmitter* dengan jarak maksimal 9 meter. Karena frekuensi radio yang digunakan untuk menumpangkan sinyal audio pada saat malam hari sedang tidak digunakan oleh pemancar radio yang lain.

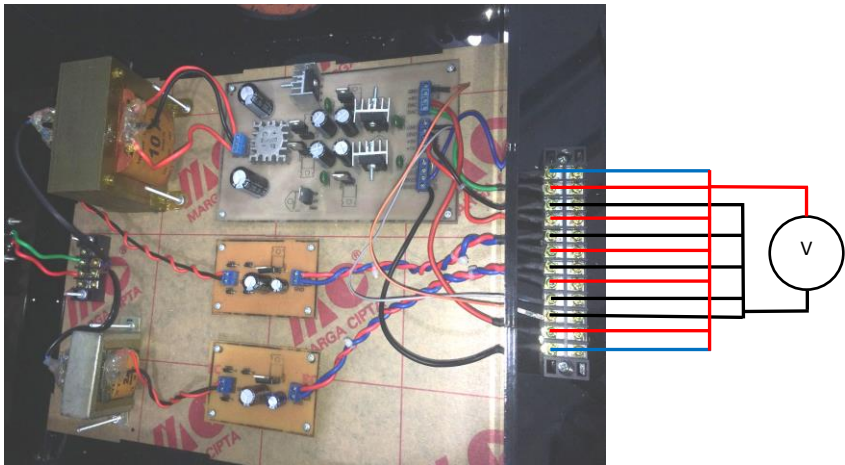
#### 4.2 Pengukuran Tegangan *Output* Rangkaian Power Supply

Pengukuran kedua merupakan pengukuran tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian power supply. Pengukuran ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan yang keluar dari rangkaian power supply. Pengukuran ini dilakukan supaya tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian power supply sesuai dengan apa yang diinginkan yaitu sebesar 9 Volt, 12 Volt, dan -12 Volt DC. Langkah – langkah pengukuran sebagai berikut :

1. Atur AVO meter untuk pembacaan tegangan.
2. Tancapkan *probe* AVO meter pada kaki keluaran rangkaian *power supply* seperti pada gambar 4.1. *Probe* warna hitam ke *ground* dan *probe* warna merah ke pin 9 Volt, 12 Volt dan -12 Volt DC secara bergantian.
3. Baca dan catat tegangan yang ditunjukkan pada AVO meter.

Pada saat tidak ada beban dan saat diberi beban. Beban yang dimaksud adalah yang terletak pada box kontrol yang berupa Arduino, modul radio FM, dua rangkaian VCR (*Voltage control Resistor*), dan mini amplifier stereo, serta *loadspeaker* yang berada dalam kondisi *standby*. Untuk mendapatkan nilai *error*, hasil pengukuran diolah menggunakan persamaan 4.1.

$$error = \left| \frac{\text{Tegangan Keluaran} - \text{Tegangan}}{\text{Tegangan}} \right| \times 100 \% \dots\dots\dots (4.1)$$



**Gambar 4.1** Rangkaian Pengukuran Tegangan Power Supply

Hasil pengukuran tegangan keluaran pada rangkaian power supply dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Pengukuran Tegangan *Output* Power Supply

Trafo	Tegangan	Tegangan Keluaran		Kesalahan (%)	
		Tanpa Beban (V)	Berbeban (V)	Tanpa Beban	Berbeban
1 Ampere	12 Volt	11,81	11,81	1,69%	1,69%
2 Ampere	9 Volt	8,98	8,97	0,22%	0,33%
10 Ampere	9 Volt	8,90	8,06	1,12%	11,6%
	12 Volt	11,83	11,18	1,44%	7,33%
	-12 Volt	-11,85	-11,85	1,27%	1,27%

AVO meter yang digunakan untuk mengukur tegangan keluaran power supply yaitu AVO meter digital berjenis Sanwa dengan tipe CD800a. Dari hasil pengukuran tegangan dan *error* yang didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa rangkaian power supply yang sudah dibuat

dapat memberikan catu daya ke rangkaian elektrik yang terdapat pada box kontrol. Dan sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektrik dalam box kontrol yang digunakan. Kebutuhan catu daya dari rangkaian elektrik pada box kontrol dapat dipenuhi oleh power supply seperti pada tabel 4.4.

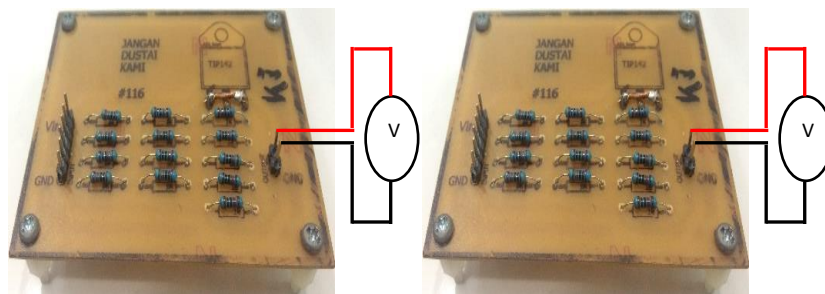
**Tabel 4.4** Kebutuhan Rangkaian Elektrik pada Box Kontrol

Tegangan (Volt)	Rangkaian
12	Modul Radio FM
9 – 12	Rangkaian Mini Amplifier Stereo
7 – 12	Arduino Mega2560
$\pm 3 - \pm 32$	Op-Amp dari rangkaian VCR

### 4.3 Pengukuran Rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*)

Pengukuran ketiga merupakan pengukuran tegangan *output* rangkaian DAC 4-bit. Pengukuran ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian DAC 4-bit. Pengukuran ini dilakukan dengan cara menggunakan HP Android yang sudah diatur untuk mengatur bit Arduino yang disambungkan ke rangkaian DAC. Rangkaian DAC yang dibuat adalah dua buah rangkaian, karena sinyal audio yang dikontrol merupakan sinyal audio stereo. Berikut merupakan cara mengukur tegangan *output* rangkaian DAC :

1. Atur AVO meter untuk pembacaan tegangan.
2. Tancapkan *probe* AVO meter pada keluaran rangkaian DAC seperti pada gambar 4.2 *Probe* warna hitam ke ground rangkaian dan *probe* warna merah ke *output* positif rangkaian DAC.
3. Baca dan catat tegangan yang ditunjukkan pada AVO meter.



**Gambar 4.2** Rangkaian Pengukuran Tegangan *Output* DAC

Rangkaian DAC 4-bit memiliki spesifikasi tegangan *output* yang bisa dilihat pada tabel 4.5 digunakan sebagai acuan tegangan *output* rangkaian DAC yang digunakan.

**Tabel 4.5** Spesifikasi Tegangan *Output* Rangkaian DAC 4-bit

Bit	A	B	C	D	Desimal	Output (V)
0000	0	0	0	0	0	0
0001	0	0	0	1	1	0,3125
0010	0	0	1	0	2	0,625
0011	0	0	1	1	3	0,9375
0100	0	1	0	0	4	1,25
0101	0	1	0	1	5	1,5625
0110	0	1	1	0	6	1,875
0111	0	1	1	1	7	2,1875
1000	1	0	0	0	8	2,5
1001	1	0	0	1	9	2,8125
1010	1	0	1	0	10	3,125
1011	1	0	1	1	11	3,4375
1100	1	1	0	0	12	3,75
1101	1	1	0	1	13	4,0625
1110	1	1	1	0	14	4,375
1111	1	1	1	1	15	4,6875

Untuk mendapatkan nilai *error* dari hasil pengukuran diolah menggunakan persamaan 4.1. hasil pengukuran tegangan *output* rangkaian DAC dapat dilihat pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Pengukuran Tegangan *Output* Rangkaian DAC 4-bit

Bit	Output DAC (V)		Kesalahan (%)	
	DAC A	DAC B	DAC A	DAC B
0000	0,01	0,01	0%	0%
0001	0,31	0,30	0,008%	0,040%
0010	0,62	0,61	0,008%	0,024%
0011	0,92	0,91	0,018%	0,029%
0100	1,22	1,23	0,024%	0,016%

0101	1,53	1,53	0,020%	0,020%
0110	1,83	1,83	0,024%	0,024%
0111	2,14	2,15	0,021%	0,017%
1000	2,45	2,44	0,021%	0,024%
1001	2,77	2,75	0,015%	0,022%
1010	3,06	3,06	0,020%	0,020%
1011	3,37	3,36	0,019%	0,022%
1100	3,67	3,67	0,021%	0,021%
1101	3,97	3,97	0,022%	0,022%
1110	4,30	4,29	0,017%	0,019%
1111	4,60	4,60	0,018%	0,018%

AVO meter yang digunakan untuk mengukur tegangan keluaran rangkaian DAC yaitu AVO meter digital berjenis Sanwa dengan tipe CD800a. Dari hasil pengukuran tegangan *output* dan *error* rangkaian DAC yang digunakan sesuai dengan tegangan yang direncanakan dengan rata – rata *error* yang didapatkan pada rangkaian DAC A sebesar 0,017% dan pada rangkaian DAC B sebesar 0,021%. Dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa tegangan pada terminal *output* memiliki tingkat *error* rata – rata 0,019%.

#### 4.4 Pengukuran Rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*)

Pengukuran keempat merupakan pengukuran rangkaian VCR. Rangkaian VCR yang dipakai menggunakan IC Op-Amp 741 dalam setiap rangkaian dan yang dipakai adalah dua rangkaian VCR. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui tegangan *output* IC Op-Amp yang digunakan sebagai pembalik tegangan dari *output* rangkaian DAC dan tegangannya dikuatkan satu kali pada setiap rangkaian VCR, dan hasil *output* transistor J-Fet 2N5457 berupa gambar gelombang audio yang diukur menggunakan osiloskop. Dari beberapa tujuan tersebut akan dijelaskan satu – persatu serta cara pengambilan datanya sebagai berikut :

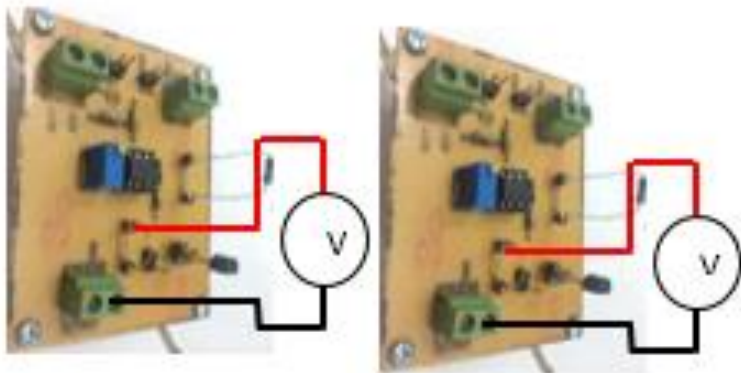
##### 4.4.1 Pengukuran Tegangan *Output* IC Op-Amp 741

Pengukuran tegangan *output* IC Op-Amp 741 yang pertama dilakukan untuk mengetahui hasil tegangan *output* IC Op-Amp yang digunakan. Pengukuran ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Atur *output* rangkaian DAC dengan Android mulai dari bit ke 0000 sampai bit ke 1111.



2. Atur AVO meter untuk pembacaan tegangan.
3. Tancapkan *probe* AVO meter pada kaki keluaran IC Op-Amp seperti pada gambar 4.3. *Probe* warna hitam ke *ground* dan *probe* warna merah ke *output* positif IC Op-Amp.
4. Baca dan catat tegangan yang ditunjukkan pada AVO meter.



**Gambar 4.3** Rangkaian Pengukuran Tegangan *Output* IC Op-Amp

Untuk mendapatkan nilai *error* dari hasil pengukuran diolah menggunakan persamaan 4.1. Hasil pengukuran tegangan *output* IC Op-Amp dapat dilihat pada tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Pengukuran Tegangan *Output* IC Op-Amp 741

Bit	Input		Out IC Op-Amp A		Out IC Op-Amp B	
	DAC A	DAC B	Tegangan (V)	Kesalahan (%)	Tegangan (V)	Kesalahan (%)
0000	0,01	0,01	-0,011	10%	-0,011	10%
0001	0,31	0,30	-0,336	8,82%	-0,333	9,09%
0010	0,62	0,61	-0,625	1,59%	-0,621	1,61%
0011	0,92	0,91	-0,914	1,09%	-0,913	0,66%
0100	1,22	1,23	-1,206	0,83%	-1,212	1,65%
0101	1,53	1,53	-1,497	2,00%	-1,496	2,00%

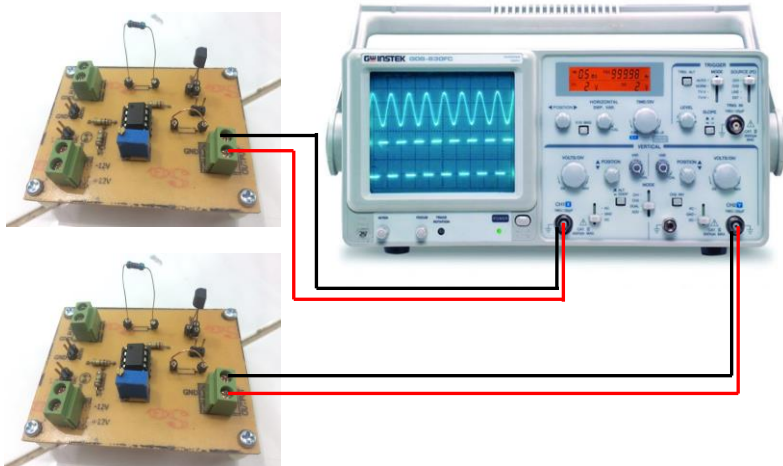
0110	1,83	1,83	-1,789	2,23%	-1,790	2,23%
0111	2,14	2,15	-2,080	1,90%	-2,080	3,36%
1000	2,45	2,44	-2,375	2,94%	-2,372	2,96%
1001	2,77	2,75	-2,667	3,75%	-2,662	3,38%
1010	3,06	3,06	-2,960	3,38%	-2,957	2,00%
1011	3,37	3,36	-3,253	3,69%	-3,248	3,38%
1100	3,67	3,67	-3,544	3,67%	-3,542	3,67%
1101	3,97	3,97	-3,82	3,93%	-3,82	3,93%
1110	4,30	4,29	-4,12	4,37%	-4,12	4,13%
1111	4,60	4,60	-4,41	4,31%	-4,41	4,31%

AVO meter yang digunakan untuk mengukur tegangan keluaran IC Op-Amp yaitu AVO meter digital berjenis Sanwa dengan tipe CD800a. Dari hasil pengukuran tegangan yang dilakukan didapatkan nilai rata – rata *error* DAC A sebesar 7,89% sedangkan DAC B sebesar 9,25%. Dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa keluaran tegangan IC Op-Amp memiliki tingkat *error* rata – rata 8,57%. Hasil *error* disebabkan karena resistor yang digunakan memiliki nilai toleransi 5%.

#### 4.4.2 Pengukuran *Output* Transistor J-Fet 2N5457

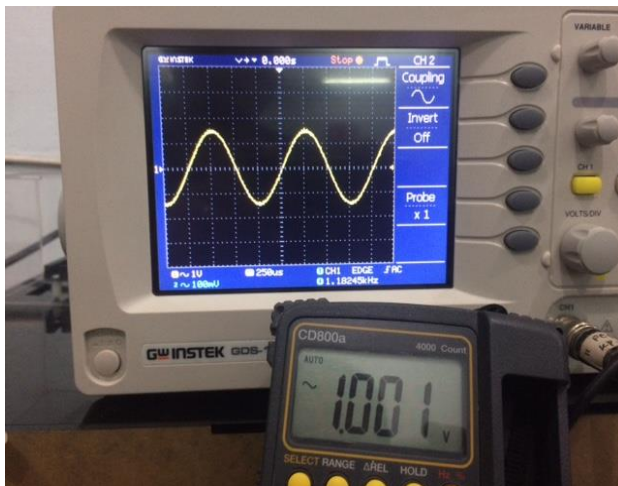
Pengukuran *output* transistor J-Fet 2N5457 dilakukan untuk mengetahui gambar gelombang yang dikeluarkan oleh rangkaian. Pengukuran dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Atur *output* rangkaian DAC dengan Android mulai dari bit ke 0000 sampai bit ke 1111.
2. Sambungkan function generator dengan *input* gelombang.
3. Kalibrasi osiloskop menggunakan dua *channel*.
4. Tancapkan kedua *probe* osiloskop pada *output* IC Op-Amp seperti pada gambar 4.4. *channel* satu *probe* positif menyambung ke *output* positif IC, *probe* negatif ke *ground*.
5. Lihat, catat frekuensi, dan foto gelombang yang ditunjukkan pada osiloskop.



**Gambar 4.4** Rangkaian Pengukuran Gelombang Audio

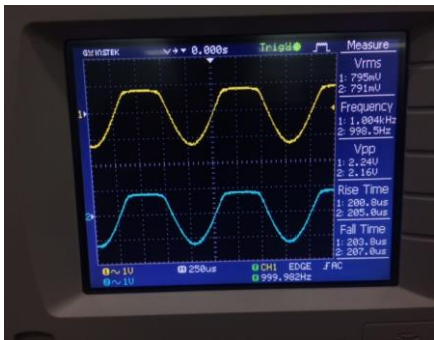
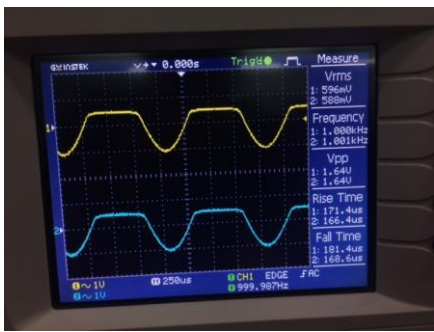
Function genertor digunakan untuk pembangkit gelombang, yang digunakan yaitu gelombang sinus dengan frekuensi 1 KHz dan memiliki tegangan 1 Volt AC. Hasil pengukuran amplitudo bisa dilihat pada gambar 4.5.



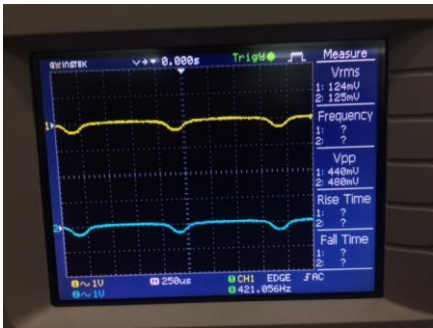
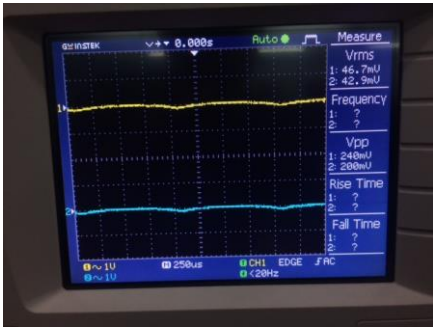
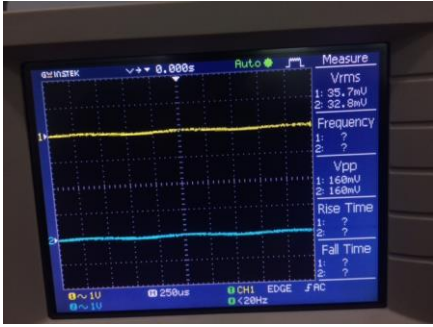
**Gambar 4.5** Pengukuran *Input* Tegangan Transistor


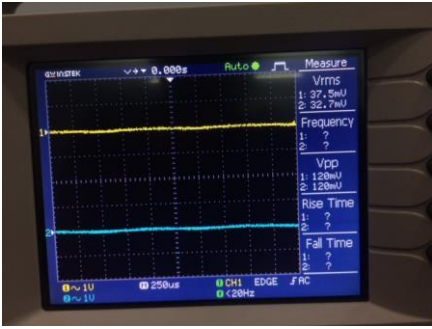
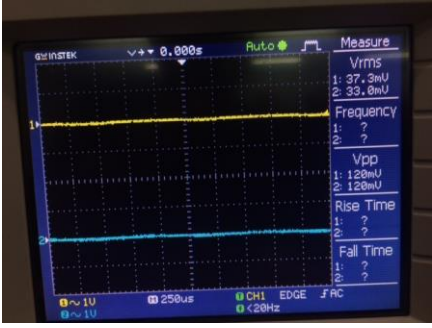
Hasil pengukuran gelombang audio dengan cara menggunakan rangkaian pada gambar 4.4 menghasilkan data berupa gambar gelombang audio yang dihasilkan sehingga bisa dilihat pada tabel 4.8 sebagai berikut.

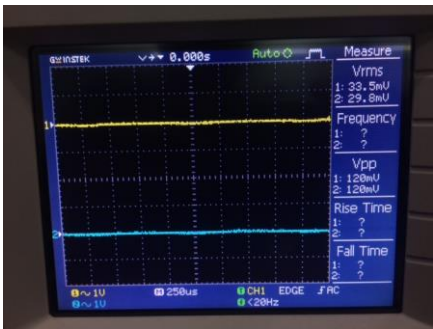
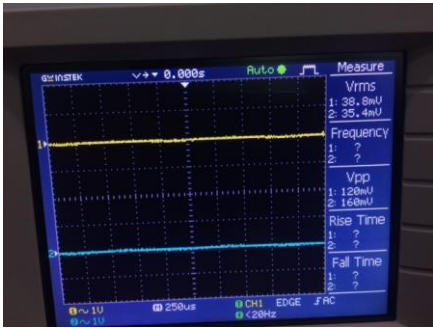
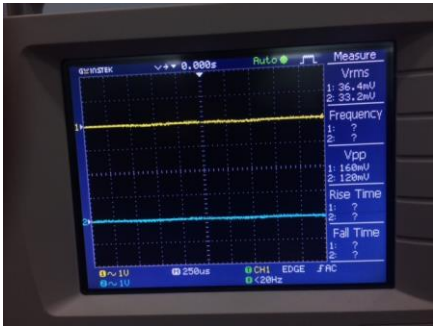
**Tabel 4.8** Hasil Pengukuran Gelombang

Bit	Out J-Fet A (V)	Out J-Fet B (V)	Gambar gelombang
0000	0,780	0,786	
0001	0,695	0,696	

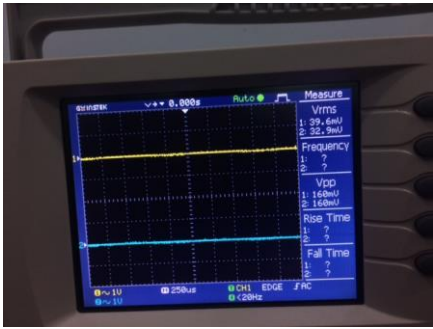
0010	0,577	0,578	
0011	0,451	0,453	
0100	0,323	0,322	

0101	0,200	0,199	
0110	0,092	0,092	
0111	0,033	0,033	

1000	0,021	0,021	
1001	0,017	0,017	
1010	0,014	0,014	

1011	0,013	0,013	
1100	0,012	0,012	
1101	0,012	0,012	



1110	0,012	0,012	
1111	0,012	0,012	

AVO meter yang digunakan untuk mengukur tegangan keluaran function generator yaitu AVO meter digital berjenis Sanwa dengan tipe CD800a. Function generator yang digunakan untuk membangkitkan gelombang AC yaitu function generator digital berjenis GW-INSTEK dengan tipe SFG-1003. Osiloskop yang digunakan untuk mengukur gelombang AC yaitu osiloskop digital berjenis GW-INSTEK dengan tipe GDS-1042. Gambar gelombang yang warna kuning adalah hasil keluaran dari rangkaian VCR B, sedangkan gambar gelombang yang warna biru adalah hasil keluaran dari rangkaian VCR A.

Dari hasil pengukuran yang telah didapatkan setiap perubahan bit yang terjadi maka keluaran rangkaian yang berupa gambar gelombang juga ikut berubah. Jadi bisa disimpulkan yaitu apabila tegangan keluaran IC Op-Amp berubah maka keluaran transistor J-Fet 2N5457 juga ikut berubah. Sehingga bisa digunakan untuk mengatur volume audio.

#### 4.5 Pengukuran Rangkaian Mini Amplifier Stereo

Pengukuran kelima merupakan pengukuran rangkaian mini amplifier stereo. Pengukuran ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah hasil *output* pada *loadspeaker* sama seperti saat pengaturan volume dengan menggunakan Android. Pengukuran ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Atur kontrol volume menggunakan Android.
2. Dengarkan suara yang keluar dari *loadspeaker*.
3. Catat perubahan suara yang keluar melalui *loadspeaker*, terdapat perubahan suara atau tidak.

Berikut ini merupakan hasil pengujian kontrol volume yang dirasakan dengan mendengarkan perubahan suara yang keluar melalui *loadspeaker* yang terdapat pada tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Pengukuran Kontrol Volume

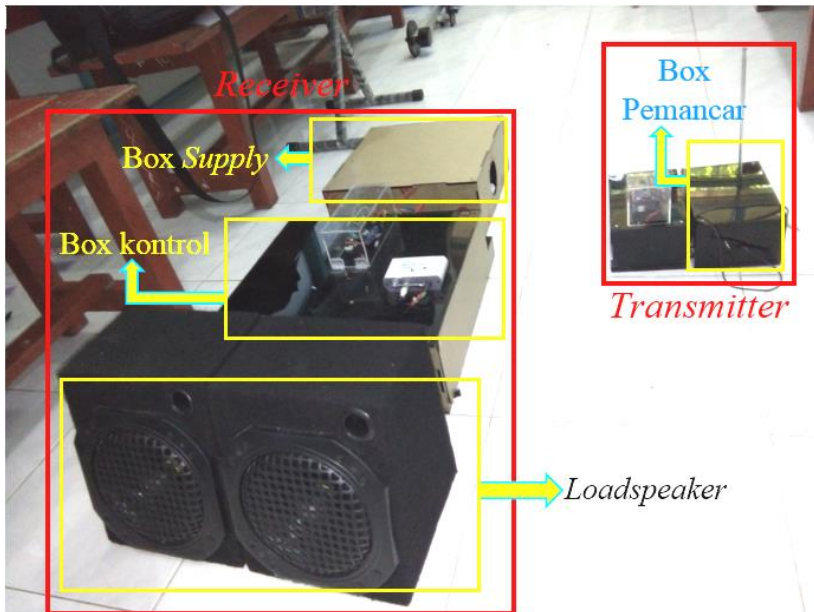
Bit	Perubahan Suara <i>Loadspeaker</i>
0000	Ada
0001	Ada
0010	Ada
0011	Ada
0100	Ada
0101	Ada
0110	Ada
0111	Ada
1000	Ada
1001	Ada
1010	Ada
1011	Ada
1100	Ada
1101	Ada
1110	Tidak
1111	Mati

Dari hasil pengukuran yang telah didapatkan setiap perubahan bit maka keluaran suara dari *loadspeaker* juga ikut berubah. sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa pengaturan volume yang digunakan bisa

bekerja sesuai dengan tujuan. Kemudian rangkaian mini amplifier stereo akan diletakkan pada box kontrol.

#### 4.6 Pengukuran Alat Keseluruhan

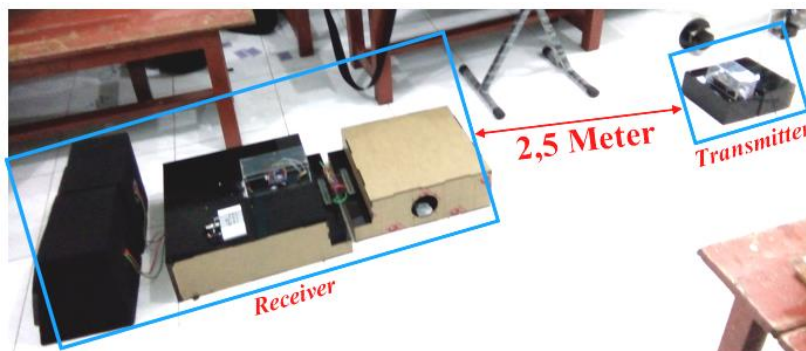
Pada pengukuran sistem keseluruhan semua perangkat keras baik pemancar radio frekuensi, modul radio FM, serta beberapa rangkaian pangatur volume dikemas menggunakan box akrilik.



**Gambar 4.6** Bentuk Keseluruhan Perangkat Keras

Dari bentuk keseluruhan perangkat keras yang ditunjukkan pada gambar 4.6 terdapat satu *transmitter* dan satu *receiver*. Dalam *transmitter* terdapat box pemancar yang didalamnya ada sebuah rangkaian pemancar FM stereo. Sedangkan dalam *receiver* terdapat dua box dan satu *loadspeaker*. Box *supply* yang didalamnya ada tiga trafo dan tiga rangkaian power supply. Box kontrol yang didalamnya ada tiga rangkaian yaitu rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*), rangkaian VCR (*Voltage Control Resistor*), dan rangkaian mini amplifier stereo.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sebuah HP Android yang terhubung dengan Arduino melalui Bluetooth. Keluaran Arduino tersambung dengan rangkaian DAC, keluaran rangkaian DAC tersambung dengan rangkaian VCR, setelah itu rangkaian VCR disambungkan ke rangkaian mini amplifier stereo sehingga bisa dikonversi menjadi suara melalui *loadspeaker*. *Input* pemancar radio frekuensi disambungkan pada HP yang menjadi sumber suara. Lalu modul radio FM menerima frekuensi yang ditumpangi sinyal audio dari pemancar dan *output* modul radio FM tersambung ke rangkaian VCA. Sehingga volume bisa dikontrol melalui HP Android. Sebelum melakukan pengukuran dilakukan penataan perangkat keras terlebih dahulu bisa dilihat pada gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Pengujian Keseluruhan Perangkat Keras

Pengujian alat dilakukan didalam ruang *Workshop* D3 Teknik Elektro Otomasi ITS saat malam hari pada hari jum'at 8 Juni 2017 pukul 21.25 WIB. Jarak antara pemancar dan penerima kurang lebih 2,5 meter. Jarak antara Arduino dengan HP Android sebagai pengatur volume kurang lebih 5 meter. Dari pengujian perangkat keras telah didapatkan data yang terdapat pada tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Pengujian Keseluruhan Alat.

Bit	Out DAC (V)		Out Op-Amp (V)		Perubahan Suara <i>Loadspeaker</i>
	A	B	A	B	
0000	0,01	0,01	-0,011	-0,011	Ada
0001	0,31	0,30	-0,336	-0,333	Ada
0010	0,62	0,61	-0,625	-0,621	Ada

0011	0,92	0,91	-0,914	-0,913	Ada
0100	1,22	1,23	-1,206	-1,212	Ada
0101	1,53	1,53	-1,497	-1,496	Ada
0110	1,83	1,83	-1,789	-1,790	Ada
0111	2,14	2,15	-2,080	-2,080	Ada
1000	2,45	2,44	-2,375	-2,372	Ada
1001	2,77	2,75	-2,667	-2,662	Ada
1010	3,06	3,06	-2,960	-2,957	Ada
1011	3,37	3,36	-3,253	-3,248	Ada
1100	3,67	3,67	-3,544	-3,542	Ada
1101	3,97	3,97	-3,82	-3,82	Ada
1110	4,30	4,29	-4,12	-4,12	Tidak
1111	4,60	4,60	-4,41	-4,41	Mati

Dari hasil pengujian yang telah didapatkan pada saat bit 1110, *loadspeaker* masih belum mengeluarkan suara, karena pada saat bit 1110 posisi *slider* pada aplikasi Android telah dinaikkan satu tingkat. Sehingga masih terjadi kesalahan pada saat *slider* dinaikkan satu tingkat. Jadi bisa disimpulkan pengujian perangkat keras keseluruhan alat bekerja dengan baik, karena *error* yang terjadi tidak terlalu banyak, hanya saat *slider* dinaikkan satu tingkat saja. Untuk *slider* yang lainnya bisa berfungsi dengan baik, dan volume audio bisa dikendalikan melalui HP Android dan pentransmisian sinyal audio dilakukan secara *wireless* menggunakan pemancar radio frekuensi dan penerima sinyal modul radio FM.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Bab penutup berisi tentang kesimpulan – kesimpulan yang didapatkan selama proses pembuatan tugas akhir ini beserta saran – saran untuk perbaikan dan pengembangannya.

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil dari pengujian serta analisa data dari tugas akhir yang berjudul Pembuatan Perangkat Keras Transmisi dan Kendali Volume Audio Panggung, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rangkaian DAC yang digunakan pada alat memiliki keluaran tegangan dengan *error* rata – rata sebesar 0,019%.
2. Proses pentransmisian sinyal audio paling jauh saat malam hari di tempat terbuka yaitu kurang lebih 9 meter.
3. Rangkaian VCR yang digunakan memiliki keluaran tegangan Op-Amp dengan *error* rata – rata sebesar 8,57%.

#### **5.2 Saran**

Untuk pengembangan dan penyempurnaan dari Pembuatan Perangkat Keras Transmisi Dan Kendali Volume Audio Panggung ini, maka diberikan beberapa saran sebagai berikut, penambahan rangkaian FM *booster* pada pemancar radio frekuensi untuk menambah jarak saat pentransmisian sinyal audio, dan gunakan komponen yang ideal atau memiliki toleransi *error* yang rendah supaya hasil keluaran lebih presisi dan akurat.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] “*Pengertian Dasar dan Definisi Sound System*”, <URL : <http://www.studioprosound.com/pengertian-dasar-dan-definisi-sound-system/>>, diakses 12 Juni 2017.
- [2] “*Pengertian Frekuensi Radio*”, <URL : <http://www.sridianti.com/pengertian-frekuensi-radio.html>>, diakses 12 Juni 2017.
- [3] Wahyu Widada dan Sri Kliwati, “*Metoda Pengaturan Frekuensi Secara Acak pada Radio Transponder untuk Sistem Radar Sekunder Roker*”, ***Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen***, Universitas Gunadarma, Depok , 2008.
- [4] Yessi Arnaz Ferari, “*Analisis Pemanfaatan Spektrum Frekuensi Radio pada Pita UHF Sebagai Strategi Melaksanakan Pembangunan Akses Berbasiskan Pita Lebar (Broadband) di Indonesia Berdasarkan Perhitungan Cost and Benefit*”, ***Tesis***, Fakultas Teknik Magister Manajemen Telekomunikasi, Universitas Indonesia, Jakarta, 2012.
- [5] “*Apa Pengertian radio FM*”, <URL : <http://www.mediamasha.com/2015/10/apa-pengertian-radio-fm.html>>, diakses 17 Juni 2017..
- [6] Bobusantoso, “*Pengertian Radio, Gelombang Radio, Cara Kerja Radio Lengkap*”, <HTML : <http://www.spengetahuan.com/2016/12/pengertian-radio-gelombang-radio-cara-kerja-radio-lengkap.html>>, diakses 18 Juni 2017.
- [7] “*Pengertian Power Supply dan Fungsinya*”, <URL : <http://www.tuntor.com/pengertian-power-supply-dan-fungsinya/>>, diakses 7 Juni 2017.
- [8] “*IC 78xx / 79xx Sebagai Penstabil pada Regulator*”, < URL : <http://www.bjgp-rizal.com/2012/08/ic-78xx-79xx-sebagai-penstabil-pada-2.html>>, diakses 7 Juni 2017.
- [9] Jignesh B. Patel dan Asst. Prof. Bhavesh H, “*Analog to Digital Converter (DAC) Review*” Hal 78 – 83, ***International Journal of Emerging Trends in Electrical and Electronic***, Mei 2013.
- [10] Sodikin Susa’at, “*Konverter Digital ke Anlaog (Digital to Analog Converter ”DAC”)*”, <URL : <http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1465-ss8>>, diakses 11 Juni 2017.
- [11] ....., ***Datasheet JFETs – General Purpose N-Channel – Depletion***, <URL : <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/2N5457-D.PDF>>, diakses 20 Juni 2017.



- [12] ....., ***Datasheet LM741 Operational Amplifier***, <URL : <http://www.ti.com/lit/ds/symmlink/lm741.pdf>>, diakses 7 Juni 2017.
- [13] “***FETs As Voltage-Controlled Resistor***”, < URL : <http://www.vishay.com/docs/70598/70598.pdf>>, diakses 20 Juni 2017.
- [14] James M. Fiore, ***Operational Amplifier & Linear Integrated Circuits: Theory and Application***, Mohawk Valley Community Collage, Oneida Country, New York, 31 Agustus 2016.
- [15] ....., ***Datasheet LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier***, <URL : <http://www.ti.com/lit/ds/symmlink/lm386.pdf>>, diakses 8 Juni 2017.
- [16] Bayu Seto Respati, “***Pengertian Amplifier dan Op – Amp***”, <URL : <https://www.slideshare.net/bayusetorespati/pengertian-amplifier-dan-op-amp>>, diakses 8 Juni 2017.

# LAMPIRAN A

## DATASHEET

### BA1404 BA1404F

### FM stereo transmitter

The BA1404 and BA1404F monolithic ICs are stereo transmitters.

Each IC consists of a stereo modulator that creates stereo composite signals, an FM modulator that creates FM signals, and an RF amplifier. The stereo modulator develops composite signals made up of a MAIN (L+R) signal, a SUB (L-R) signal and a pilot (19 kHz) signal using 38 kHz crystal oscillators.

The FM modulator has carriers on the FM broadcast band (75 ~ 108 MHz).

The RF amplifier transmits the stereo encoded FM signals and is also a buffer for the FM modulator.

The stereo transmitter is equipped with a constant voltage pin for a variable capacitor that is used to finely adjust the FM frequency.

#### Features

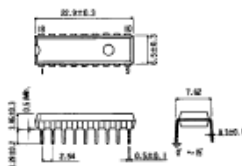
- available in DIP18 and SOP18 packages
- low operating voltage range (1.0 V ~ 2.0 V)
- low power consumption, typically 3 mA
- requires few external components

#### Applications

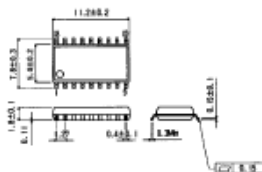
- FM stereo transmitters
- Wireless microphones

#### Dimensions (Units : mm)

##### BA1404 (DIP18)



##### BA1404F (SOP18)



# BA1404, BA1404F FM transmitters

## Block diagram

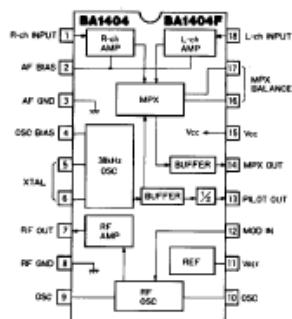


Table 1 Pin description

Pin no.	Pin name	Description
1	R-ch audio input	Connects to the pre-emphasis circuit
2	Input amplifier bypass	Connects to the bypass capacitor
3	GND	Low frequencies
4	38 kHz oscillator bypass	Connects to bypass capacitor
5	38 kHz oscillator	Connects to 38 kHz crystal oscillators
6	38 kHz OSC	Connects to load capacitor of crystal oscillator
7	RF output	Connects to LC resonator
8	GND	High frequency
9	RF oscillator	Connects to bypass capacitor
10	RF oscillator	Connects to capacitor and LC resonator
11	Voltage supply	Connects to variable capacitor
12	Modulation signal input	Connects to bypass capacitor and modulated signal source
13	Pilot signal output	Connects to RC mixer circuit
14	Multiplexer signal output	Connects to RC mixer circuit
15	V <sub>CC</sub>	Power supply
16	Multiplexer modulator balance	Connects to trimpot resistor
17	Multiplexer modulator balance	Connects to trimpot resistor
18	L-ch audio input	Connects to pre-emphasis circuit

180

ROHM

Audio Integrated Circuits

7628999 0012944 573

Absolute maximum ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Parameter	Symbol	Limits	Unit	Conditions
Power supply voltage	$V_{CC}$	2.5	V	
Power dissipation	BA1404	1200	mW	Reduce power by 12.0 mW for each degree above $25^\circ\text{C}$ .
	BA1404F	450		Reduce power by 4.5 mW for each degree above $25^\circ\text{C}$ .
Operating temperature	$T_{opr}$	$-25 \sim +75$	$^\circ\text{C}$	
Storage temperature	$T_{stg}$	$-50 \sim +125$	$^\circ\text{C}$	

Recommended operating conditions ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Parameter	Symbol	Min	Typical	Max	Unit
Power supply voltage	$V_{CC}$	1	1.25	2	V

Electrical characteristics ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 1.25\text{ V}$ )

Parameter	Symbol	Min	Typical	Max	Unit	Conditions
Quiescent current	$I_Q$	0.5	3	5	mA	
Input impedance	$Z_{IN}$	360	540	720	$\Omega$	$f_{IN} = 1\text{ kHz}$
Input/output gain	$G_v$	30	37		dB	$V_{IN} = 0.5\text{ mV}$
Channel balance	CB			2	dB	$V_{IN} = 0.5\text{ mV}$
Multiplexer output voltage	$V_{OM}$	200			mV <sub>pk-pk</sub>	THD $\leq 3\%$
Multiplexer 38 kHz leakage	$V_{OO}$		1		mV	No signal
Pilot output voltage	$V_{OP}$	460	580		mV <sub>pk-pk</sub>	No load
Channel separation	Sep	25	45		dB	With a standard demodulator
Input conversion noise voltage	$V_{NN}$		1		$\mu\text{V}_{rms}$	IHF-A when 38 kHz is terminated
RF output voltage	$V_{OSC}$	350	600		mV <sub>rms</sub>	

## Figure 1 Test circuit



## 2N5457, 2N5458

### JFETs - General Purpose

#### N-Channel - Depletion

N-Channel Junction Field Effect Transistors, depletion mode (Type A) designed for audio and switching applications.

#### Features

- N-Channel for Higher Gain
- Drain and Source Interchangeable
- High AC Input Impedance
- High DC Input Resistance
- Low Transfer and Input Capacitance
- Low Cross-Modulation and Intermodulation Distortion
- Plastic Encapsulated Package
- Pb-Free Packages are Available\*

#### MAXIMUM RATINGS

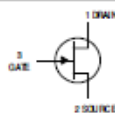
Rating	Symbol	Value	Unit
Drain-Source Voltage	$V_{DS}$	25	Vdc
Drain-Gate Voltage	$V_{DG}$	25	Vdc
Reverse Gate-Source Voltage	$V_{GSR}$	-25	Vdc
Gate Current	$I_G$	10	mAac
Total Device Dissipation @ $T_A \leq 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	210 2.52	mW mW/°C
Operating Junction Temperature	$T_J$	135	°C
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-55 to +150	°C

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>



STRAIGHT LEAD  
BUCKET PACK



BENT LEAD  
TAPE & REEL  
AMMO IN CH

#### MARKING DIAGRAM



2N545x: x = Device Code  
x = 7 or 8

A = Assembly Location  
Y = Year  
WW = Week  
\* = Pb-Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

#### ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
2N5457	TO-18	1000 Units/Box
2N5457G	TO-18 (Pb-Free)	1000 Units/Box
2N5458	TO-18	1000 Units/Box
2N5458G	TO-18 (Pb-Free)	1000 Units/Box

\*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERNM01.

© Semiconductor Components Industries, LLC 2015  
February, 2015 - Rev. 6

1

Publication Order Number:  
2N5457/D

# 2N5457, 2N5458

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
Gate-Source Breakdown Voltage ( $I_G = -10\ \mu\text{A}$ , $V_{DS} = 0$ )	$V_{GS(BR)}$	-25	-	-	Vdc
Gate Reverse Current ( $V_{GS} = -15\ \text{Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ ) ( $V_{GS} = -15\ \text{Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ , $T_A = 100^\circ\text{C}$ )	$I_{GSS}$	-	-	-1.0 -200	nAdc
Gate-Source Cutoff Voltage ( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $I_D = 10\ \text{nAdc}$ )	$V_{GS(off)}$	-2.5 -1.0	-	-5.0 -7.5	Vdc
Gate-Source Voltage ( $V_{GS} = 15\ \text{Vdc}$ , $I_D = 100\ \mu\text{Adc}$ ) ( $V_{GS} = 15\ \text{Vdc}$ , $I_D = 200\ \mu\text{Adc}$ )	$V_{GS}$	-	-0.5 -3.5	-	Vdc
<b>ON CHARACTERISTICS</b>					
Zero-Gate-Voltage Drain Current (Note 1) ( $V_{GS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ )	$I_{DSS}$	1.0 2.0	3.0 5.0	5.0 9.0	mAdc
<b>DYNAMIC CHARACTERISTICS</b>					
Forward Transfer Admittance (Note 1) ( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{GS} = 0$ , $f = 1\ \text{kHz}$ )	$ Y_{fs} $	1000 1500	3000 4000	5000 5500	$\mu\text{mhos}$
Output Admittance Common Source (Note 1) ( $V_{GS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ , $f = 1\ \text{kHz}$ )	$ Y_{os} $	-	10	50	$\mu\text{mhos}$
Input Capacitance ( $V_{GS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ , $f = 1\ \text{kHz}$ )	$C_{iss}$	-	4.5	7.0	pF
Reverse Transfer Capacitance ( $V_{GS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ , $f = 1\ \text{kHz}$ )	$C_{rss}$	-	1.5	3.0	pF

1. Pulse Width  $\leq 50\ \text{ms}$ , Duty Cycle  $\leq 10\%$ .

# 2N5457, 2N5458

## TYPICAL CHARACTERISTICS For 2N5457 Only

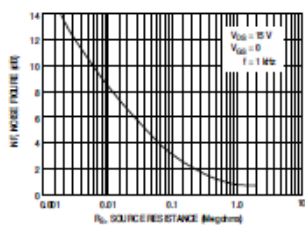


Figure 1. Noise Figure versus Source Resistance

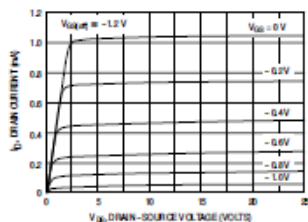


Figure 2. Typical Drain Characteristics

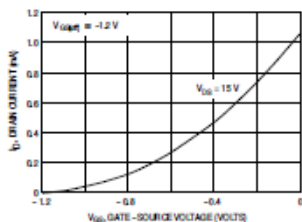


Figure 3. Common Source Transfer Characteristic



# 2N5457, 2N5458

## TYPICAL CHARACTERISTICS For 2N5457 Only

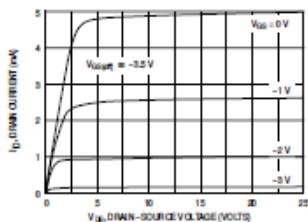


Figure 4. Typical Drain Characteristics

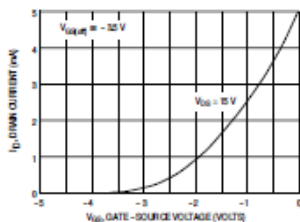


Figure 5. Common Source Transfer Characteristic

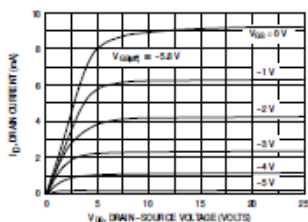


Figure 6. Typical Drain Characteristics

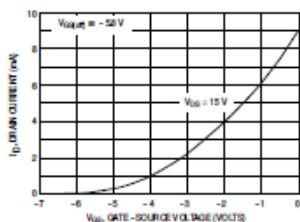
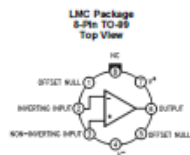


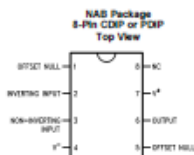
Figure 7. Common Source Transfer Characteristic

NOTE: Note: Graphical data is presented for dc conditions. Tabular data is given for pulsed conditions (Pulse Width  $\leq$  630 ms, Duty Cycle  $\leq$  10%). Under dc conditions, self heating in higher  $I_{DSS}$  units reduces  $I_{DSS}$ .

## 5 Pin Configuration and Functions



LM741H is available per JMS051010101



Pin Functions

PIN		I/O	DESCRIPTION
NAME	NO.		
INVERTING INPUT	2	I	Inverting signal input
NC	8	N/A	No Connect, should be left floating
NONINVERTING INPUT	3	I	Noninverting signal input
OFFSET NULL	1, 5	I	Offset null pin used to eliminate the offset voltage and balance the input voltages.
OUTPUT	6	O	Amplified signal output
V+	7	I	Positive supply voltage
V-	4	I	Negative supply voltage

## 6 Specifications

### 6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)<sup>(1)(2)(3)</sup>

		MIN	MAX	UNIT
Supply voltage	LM741, LM741A		±22	V
	LM741C		±18	V
Power dissipation <sup>(4)</sup>			500	mW
Differential input voltage			±30	V
Input voltage <sup>(5)</sup>			±15	V
Output short-circuit duration			Continuous	
Operating temperature	LM741, LM741A	-55	125	°C
	LM741C	0	70	°C
Junction temperature	LM741, LM741A		150	°C
	LM741C		100	°C
Soldering information	PDP package (10 seconds)		260	°C
	CDIP or TO-99 package (10 seconds)		300	°C
Storage temperature, T <sub>stg</sub>		-55	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under Recommended Operating Conditions. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) For military specifications see RET3741X for LM741 and RET3741AX for LM741A.
- (3) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the TI Sales Office/Distributors for availability and specifications.
- (4) For operation at elevated temperatures, these devices must be derated based on thermal resistance, and T<sub>j</sub> max. (listed under "Absolute Maximum Ratings").  $T_j = T_a + (R_{\theta JA} P_d)$ .
- (5) For supply voltages less than ±15 V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

### 6.2 ESD Ratings

	VALUE	UNIT
V <sub>ESD</sub> Electrostatic discharge Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 <sup>(1)</sup>	±400	V

- (1) Level listed above is the passing level per ANSI, ESDA, and JEDEC JS-001. JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

### 6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage (V <sub>DD</sub> -GND)	LM741, LM741A	±10	±15	±22	V
	LM741C	±10	±15	±18	V
Temperature	LM741, LM741A	-55		125	°C
	LM741C	0		70	°C

### 6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC <sup>(1)</sup>	LM741			UNIT
	LMC (TO-99)	NAB (CDIP)	P (PDP)	
	8 PINS	8 PINS	8 PINS	
R <sub>θJA</sub> Junction-to-ambient thermal resistance	170	100	100	°C/W
R <sub>θJcase</sub> Junction-to-case (top) thermal resistance	25	—	—	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the Semiconductor and IC Package Thermal Metrics application report, SPRA983.

## 6.5 Electrical Characteristics, LM741<sup>(1)</sup>

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Input offset voltage	$R_{th} \leq 10 \text{ k}\Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		1	5	mV
Input offset voltage adjustment range	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{OS} = \pm 20 \text{ V}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		$\pm 15$		mV
Input offset current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		20	200	nA
Input bias current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		85	500	nA
Input resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{OS} = \pm 20 \text{ V}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		0.3	2	M $\Omega$
Input voltage range	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		$\pm 12$	$\pm 13$	V
Large signal voltage gain	$V_{OS} = \pm 15 \text{ V}$ , $V_{OL} = \pm 10 \text{ V}$ , $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		50	200	V/mV
Output voltage swing	$V_{OS} = \pm 15 \text{ V}$ $R_L \geq 10 \text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$		$\pm 12$	$\pm 14$	V
Output short-circuit current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		25		mA
Common-mode rejection ratio	$R_{th} \leq 10 \text{ }\Omega$ , $V_{OS} = \pm 12 \text{ V}$ , $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		80	95	dB
Supply voltage rejection ratio	$V_{OS} = \pm 20 \text{ V}$ to $V_{OS} = \pm 5 \text{ V}$ , $R_{th} \leq 10 \text{ }\Omega$ , $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		55	95	dB
Transient Response	Rise time Overshoot $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unity gain		0.3		$\mu\text{s}$
Slew rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , unity gain		0.5		V/ $\mu\text{s}$
Supply current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		1.7	2.5	mA
Power consumption	$V_{OS} = \pm 15 \text{ V}$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{MIN}$ $T_A = T_{MAX}$		50	85	mW
			60	100	
			45	75	

(1) Unless otherwise specified, these specifications apply for  $V_{OS} = \pm 15 \text{ V}$ ,  $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$  (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to  $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$ .

## 6.6 Electrical Characteristics, LM741A<sup>(1)</sup>

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Input offset voltage	$R_{th} \leq 50 \text{ }\Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		0.5	3	mV
Average input offset voltage drift	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{OS} = \pm 20 \text{ V}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		$\pm 10$		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input offset current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		3	30	nA
Average input offset current drift	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		0.5		nA/ $^\circ\text{C}$
Input bias current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		30	80	nA
Input resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{OS} = \pm 20 \text{ V}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ , $V_{OS} = \pm 20 \text{ V}$		1	5	M $\Omega$
Large signal voltage gain	$V_{OS} = \pm 20 \text{ V}$ , $V_{OL} = \pm 15 \text{ V}$ , $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		30		V/mV
	$V_{OS} = \pm 5 \text{ V}$ , $V_{OL} = \pm 2 \text{ V}$ , $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$ , $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$		10		

(1) Unless otherwise specified, these specifications apply for  $V_{OS} = \pm 15 \text{ V}$ ,  $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$  (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to  $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$ .

Electrical Characteristics, LM741A<sup>(1)</sup> (continued)

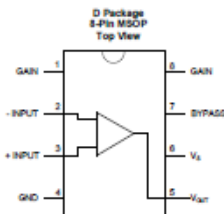
PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage swing	$V_O = \pm 20\text{ V}$	$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	$\pm 15$ $\pm 15$			V
Output short circuit current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		10	25	35	mA
Common-mode rejection ratio	$R_S \leq 50\text{ }\Omega$ , $V_{\text{CM}} = \pm 12\text{ V}$ , $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		80	95		dB
Supply voltage rejection ratio	$V_O = \pm 20\text{ V}$ to $V_O = \pm 5\text{ V}$ , $R_L \leq 50\text{ }\Omega$ , $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		95	95		dB
Transient response	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , unity gain	Rise time		0.25	0.5	$\mu\text{s}$
Overhoot				5%	20%	
Bandwidth <sup>(2)</sup>	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.437	1.5		MHz
Slew rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , unity gain		0.3	0.7		V/ $\mu\text{s}$
Power consumption	$V_O = \pm 20\text{ V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		80	150	mW
		$T_A = T_{\text{MIN}}$			165	
		$T_A = T_{\text{MAX}}$			135	

(2) Calculated value from: BW (MHz) = 0.35/Rise Time ( $\mu\text{s}$ ).6.7 Electrical Characteristics, LM741C<sup>(1)</sup>

PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
Input offset voltage	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		2	5	mV
Input offset voltage adjustment range	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_O = \pm 20\text{ V}$			$\pm 15$		mV
Input offset current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$			20	200	nA
Input bias current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$			50	500	nA
Input resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_O = \pm 20\text{ V}$		0.3	2		M $\Omega$
Input voltage range	$T_A = 25^\circ\text{C}$		$\pm 12$	$\pm 13$		V
Large signal voltage gain	$V_O = \pm 15\text{ V}$ , $V_I = \pm 10\text{ V}$ , $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		20	200	V/mV
Output voltage swing	$V_O = \pm 15\text{ V}$	$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	$\pm 12$ $\pm 10$	$\pm 13$ $\pm 13$		V
Output short circuit current	$T_A = 25^\circ\text{C}$			25		mA
Common-mode rejection ratio	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$ , $V_{\text{CM}} = \pm 12\text{ V}$ , $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		70	90		dB
Supply voltage rejection ratio	$V_O = \pm 20\text{ V}$ to $V_O = \pm 5\text{ V}$ , $R_S \leq 10\text{ }\Omega$ , $T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$		77	95		dB
Transient response	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Unity Gain	Rise time		0.3		$\mu\text{s}$
Overhoot				5%		
Slew rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Unity Gain			0.5		V/ $\mu\text{s}$
Supply current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		1.7	2.8		mA
Power consumption	$V_O = \pm 15\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		50	85		mW

(1) Unless otherwise specified, these specifications apply for  $V_O = \pm 15\text{ V}$ ,  $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$  (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to  $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$ .

## 5 Pin Configuration and Functions



Pin Functions

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NAME	NO.		
GAIN	1	–	Gain setting pin
–INPUT	2	I	Inverting input
+INPUT	3	I	Noninverting input
GND	4	P	Ground reference
V <sub>OUT</sub>	5	O	Output
V <sub>b</sub>	6	P	Power supply voltage
BYPASS	7	O	Bypass decoupling path
GAIN	8	–	Gain setting pin

## 6 Specifications

### 6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)<sup>(1)</sup>

		MIN	MAX	UNIT
Supply Voltage, V <sub>CC</sub>	LM388N-1/3, LM388M-1		15	V
	LM388N-4		22	
Package Dissipation	LM388N		1.25	W
	LM388M-1		0.73	
Input Voltage, V <sub>i</sub>		–0.4	0.4	V
Storage temperature, T <sub>stg</sub>		–65	150	°C

(1) Stresses beyond those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under Recommended Operating Conditions. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

### 6.2 ESD Ratings

		VALUE	UNIT
V <sub>ESD</sub>	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 <sup>(1)</sup>	±1000	V
	Charged-device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101 <sup>(2)</sup>	±1000	

(1) JEDEC document JEP155 states that 300-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

(2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

### 6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		MIN	NOM	MAX	UNIT
$V_{CC}$	Supply Voltage	4		12	V
	LM386N-4	5		18	V
	Speaker Impedance	4			$\Omega$
$V_I$	Analog input voltage	-0.4		0.4	V
$T_A$	Operating free-air temperature	0		70	$^{\circ}\text{C}$

### 6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC <sup>(1)</sup>	LM386	LM386	LM386	UNIT	
	$\theta$ (SOIC)	$\theta$ GA (VSOP)	$\theta$ (PDIP)		
	$\theta$	$\theta$	$\theta$		
$R_{JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	115.7	169.3	93.4	$^{\circ}\text{C/W}$
$R_{JC(bot)}$	Junction-to-case (top) thermal resistance	59.7	73.1	42.1	$^{\circ}\text{C/W}$
$R_{JB}$	Junction-to-board thermal resistance	96.2	100.2	30.6	$^{\circ}\text{C/W}$
$\psi_{JT}$	Junction-to-top characterization parameter	12.4	9.2	19.0	$^{\circ}\text{C/W}$
$\psi_{JB}$	Junction-to-board characterization parameter	95.6	90.1	30.5	$^{\circ}\text{C/W}$

(1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the [Semiconductor and IC Package Thermal Metrics](#) application report.

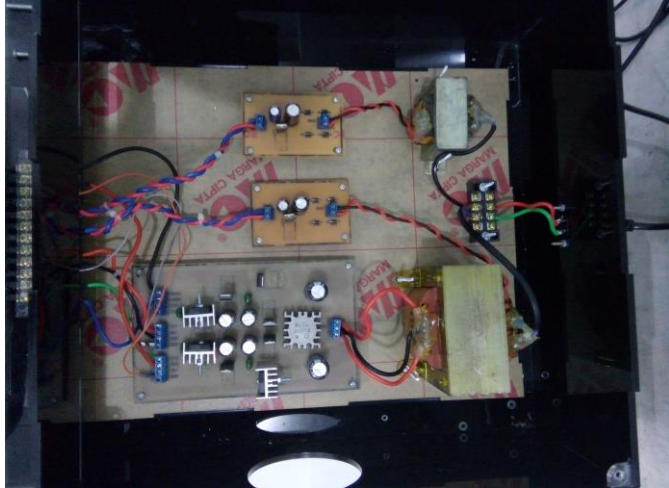
### 6.5 Electrical Characteristics

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

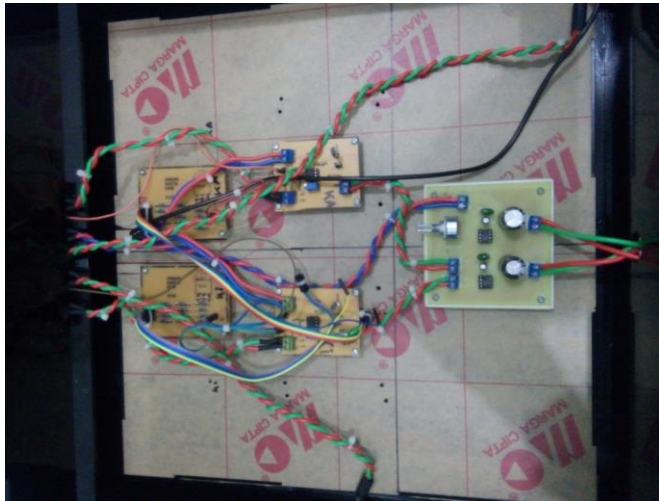
PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_S$	Operating Supply Voltage	LM386N-1, -2, LM386M-1, LM386MM-1 LM386N-4	4 5	12 18	V
$I_Q$	Quiescent Current	$V_S = 6\text{ V}$ , $V_{OUT} = 0$	4	8	mA
$P_{OUT}$	Output Power	$V_S = 6\text{ V}$ , $R_L = 8\ \Omega$ , THD = 10% (LM386N-1, LM386M-1, LM386MM-1)	250	325	mW
		$V_S = 6\text{ V}$ , $R_L = 8\ \Omega$ , THD = 10% (LM386N-2)	500	700	
		$V_S = 10\text{ V}$ , $R_L = 32\ \Omega$ , THD = 10% (LM386N-4)	700	100	
$A_V$	Voltage Gain	$V_S = 6\text{ V}$ , $f = 1\text{ kHz}$ 10 $\mu\text{F}$ from Pin 1 to G	26		dB
BW	Bandwidth	$V_S = 6\text{ V}$ , Pins 1 and 8 Open	300		kHz
THD	Total Harmonic Distortion	$V_S = 6\text{ V}$ , $R_L = 8\ \Omega$ , $P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz}$ , Pins 1 and 8 Open	0.2%		
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_S = 6\text{ V}$ , $f = 1\text{ kHz}$ , $C_{BYPASS} = 10\ \mu\text{F}$ Pins 1 and 8 Open, Referred to Output	50		dB
$R_{IN}$	Input Resistance		50		k $\Omega$
$I_{bias}$	Input Bias Current	$V_S = 6\text{ V}$ , Pins 2 and 3 Open	250		nA

## LAMPIRAN B BENTUK ALAT

- a. Sistem Elektrik Pada Box
  - a.1 Box Power Supply

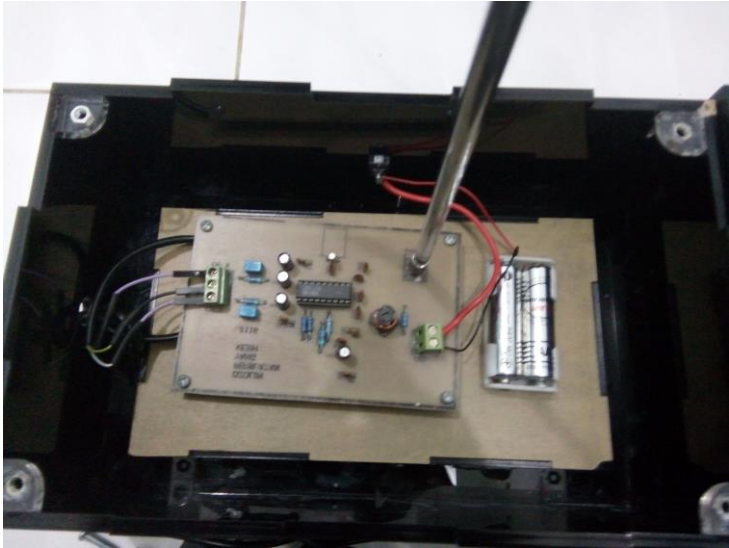


- a.2 Box Kontrol Volume





a.3 Box Pemancar FM Stereo



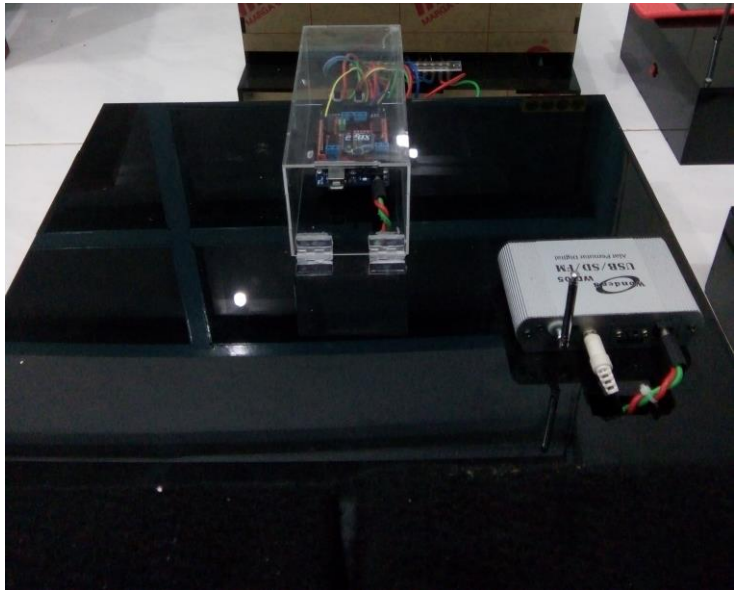
b. Gambar Alat Keseluruhan



- c. Tampilan Box Dari Luar  
c.1 Box Power Supply



- c.2 Box Kontrol Volume



c.3 Box Pemancar FM Stereo



d. Alat sedang dicoba



## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Naufal Hilmi Utomo  
TTL : Surabaya, 20 Maret 1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Alamat Rumah : Ds. Magersai RT04 RW01 No.104 Krian, Sidoarjo  
Telp/HP : 081935082187  
E-mail : naufalhilmi435@gmail.com  
Hobi : Mancing.

### RIWAYAT PENDIDIKAN

- 2002 – 2008 : SDN Krian 04
- 2008 – 2011 : SMPN 1 Krian
- 2011 – 2014 : SMAN 1 Wonoayu
- 2014 – sekarang : Program Studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Elektro Otomasi, ITS.

### PENGALAMAN KERJA

- Kerja Praktek di PT. PLN APD, Jawa Timur (Januari – Februari 2017).

### PENGALAMAN ORGANISASI

- Kordinator Laboratorium Elektronika Dasar BB102 Departemen Teknik Elektro Otomasi ITS 2016-2017.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----